Le tour du corps en 80 pulsations

Mallette pédagogique accompagnant l'enquête

Fréquence et déterminants de la pression artérielle élevée chez les enfants: une enquête de population dans les classes du canton de Vaud

conception et réalisation
M. Alain Kaufmann,
Mmes Séverine Trouilloud et Laurianne Van Bever
Université de Lausanne
Interface s ciences-société
L'éprouvette - Laboratoire public de l'université de Lausanne
www.eprouvette.ch

en collaboration avec
M. Nicolas Ryser
Direction générale de l'enseignement obligatoire (DGEO)
M. Arnaud Chiolero
Institut universitaire de médecine sociale et préventive
www.iumsp.ch

IUMSP
Institut universitaire de médecine sociale et préventive

dgeo
Direction générale de l'enseignement obligatoire

UNIL | Université de Lausanne

Table des matières

I. MODE D'EMPLOI DU DOCUMENT PÉDAGOGIQUE 4

II. INTRODUCTION 5

III. OBJECTIFS GÉNÉRAUX 6

A. Pourquoi étudier la pression artérielle des enfants ? 6

B. Objectifs des activités pédagogiques accompagnant l'enquête 6

IV. DÉROULEMENT DES ACTIVITÉS 7

A. Planification et déroulement 7

1. Phase 1 : Lancer le questionnement 7
2. Phase 2 : Explorer, expérimenter, discuter 7
3. Phase 3 : Construire du sens 7
4. Phase 4 : Prolongements hors de la classe 7

B. Le travail en groupe de deux élèves 7

C. Consignes de sécurité 8

D. Préparation de l'enseignant 8

E. Votre rôle durant la phase d'expérimentation 8

V. CONTENUS SCIENTIFIQUES 9

A. La conception de la circulation sanguine dans l'imaginaire populaire 9

B. Le système cardiovasculaire, la pression et l'hypertension 9

VI. LES FICHES D'ACTIVITÉS POUR LES ENSEIGNANTS 12

Enseignant – Les représentations culturelles du système cardio-vasculaire 14

La route du sang 14

La circulation à travers les siècles 15

Enseignant – Le cœur 18

Tchac poum, Tchac poum 18

Marathon cardiaque 20

Enseignant – La circulation 21

La chasse au pouls 21

Sous pression 22

VII. FICHES D'ACTIVITÉS POUR LES ÉLÈVES 23

La route du sang 24
La circulation à travers les siècles 25
Tchac poum, Tchac poum 26
Marathon cardiaque 27
La chasse au pouls 28
Sous pression 30

VIII. FICHES RÉPONSES À DISPOSITION DANS LES MALLETTES PÉDAGOGIQUES 31

La route du sang 32
La circulation à travers les siècles 33
Le corps égyptien 34
Le corps arabe 35
Le corps de Diderot et d'Alembert 36
Le corps moderne 37
Tchac poum, Tchac poum 38
Marathon cardiaque 39
La chasse au pouls 40
Sous pression 41

IX. QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION POUR LES ENSEIGNANTS 42

I. Mode d'emploi du document pédagogique

Ce document est à destination des enseignants[1] et des élèves. Il propose six activités facultatives différentes à mener en classe, pendant les deux périodes que nécessite l'enquête effectuée sur les enfants.

Le matériel nécessaire à la réalisation des activités se trouve dans la mallette (caisse en plastique) qui accompagne l'équipe médicale.

Les différentes parties du document permettent à l'enseignant de préparer les activités.

Les parties II, III et IV sont à destination des enseignants ; elles présentent l'enquête et expliquent comment organiser les activités en classe.

La partie V est à destination des enseignants et propose un résumé du fonctionnement de la circulation sanguine ainsi que des mécanismes de pression et d'hypertension.

La partie VI est à l'usage des enseignants et contient des indications pratiques détaillées pour chacune des six activités.

La partie VII est à l'usage des élèves : il s'agit des fiches d'activités qui doivent être photocopiées puis complétées par les élèves.

La partie VIII est à l'usage des enseignants et des élèves. Elle contient les fiches réponses des activités que les enseignants peuvent consulter avant le cours. Ces fiches réponses se trouvent aussi dans la mallette en plastique en plusieurs exemplaires et il n'est pas nécessaire de les photocopier pour les élèves.

La partie IX est un questionnaire de satisfaction que nous vous invitons à nous retourner.

1 Le masculin utilisé pour les termes relatifs aux rôles et aux fonctions a un sens générique et non exclusif. Il s'applique aussi bien aux femmes qu'aux hommes.

II. Introduction

Avec l'accord du Département de la formation et de la jeunesse (DFJ), de la Direction générale de l'enseignement obligatoire (DGEO), de l'Office des écoles en santé (ODES) et du Service de la santé des écoles de la ville de Lausanne, l'Institut universitaire de médecine sociale et préventive (IUMSP) effectue une enquête sur le « poids et la pression artérielle des écoliers de 11-13 ans dans le canton de Vaud ». Cette enquête se déroulera d'octobre à décembre 2005 à Lausanne, et de janvier à mars 2006 dans les autres régions du Canton.

Cette enquête est accompagnée d'une proposition d'activités éducatives facultatives pour les enseignants dont les classes participeront à l'enquête.

III. Objectifs généraux

A. Pourquoi étudier la pression artérielle des enfants ?

Ces vingt dernières années, la fréquence de l'excès de poids a fortement augmenté chez les enfants. Les personnes présentant un excès de poids ont un risque accru de diabète, de troubles des lipides sanguins et de pression artérielle élevée. Enfin, une pression artérielle élevée pendant l'enfance peut évoluer vers l'hypertension à l'âge adulte, ce qui augmente le risque de maladie cardiovasculaire (attaque cérébrale, infarctus du myocarde).

A ce jour, on connaît très mal le niveau de pression artérielle chez les enfants en Suisse, ainsi que les liens entre l'excès de poids et la pression artérielle.

C'est pour étudier cet important enjeu de santé publique que l'Institut universitaire de médecine sociale et préventive (IUMSP) effectue une enquête afin d'évaluer la proportion d'enfants qui ont une pression artérielle trop élevée. L'association entre la pression artérielle et des facteurs tels que le surpoids, l'alimentation, l'exercice physique et d'autres paramètres (poids de l'enfant à la naissance, antécédents familiaux d'hypertension, etc) seront également analysés.

B. Objectifs des activités pédagogiques accompagnant l'enquête

Les activités proposées fournissent des ressources pédagogiques pour intégrer des éléments scientifiques et culturels en lien direct avec l'enquête.

Les activités ont pour objectifs d'aider les élèves :

- À mieux comprendre les mesures effectuées sur leur corps
- À découvrir de manière interactive l'intérieur de leur corps, et plus précisément leur système circulatoire
- À leur permettre de confronter leurs propres représentations avec des conceptions anciennes et contemporaines

La participation des élèves à cette enquête offre l'opportunité de les sensibiliser à un questionnement sur la biologie humaine et de faire progresser leur représentation du fonctionnement du corps.

IV. Déroulement des activités

A. Planification et déroulement

Le temps de classe dédié aux mesures, dans le cadre de la réalisation de l'enquête, est de deux périodes soit 1h30. De 20 à 30 minutes sont nécessaires au personnel médical pour effectuer les mesures et faire remplir un questionnaire à chaque élève. Chaque élève aura donc une heure au total pour effectuer les activités pédagogiques.

L'équipe médicale doit pouvoir fonctionner avec une arrivée d'élèves en flux tendu, et se calquera a priori sur un rythme d'un groupe de deux élèves toutes les 10 minutes environ. Il semble donc logique de constituer des groupes de deux élèves pour les activités et pour aller effectuer les mesures. Les paires constituées resteront ensemble tout au long des deux périodes. Cependant, comme toute expérience de ce type, rien ne garantit que l'emploi du temps pourra être respecté. La gestion du temps sera donc délicate car les expériences seront interrompues pour aller effectuer les mesures.

1. Phase 1 : Lancer le questionnement

Il s'agit lors de cette première phase (5') de lancer une discussion préliminaire autour de l'expérience que les élèves vont vivre, à savoir l'enquête à laquelle ils vont participer. Nous vous proposons de synthétiser, à partir de la discussion, les grandes questions que les élèves se posent sur le système circulatoire, et de mettre en avant les thématiques essentielles que vous allez traiter avec eux.

Ensuite, les élèves se répartissent par deux, et démarrent les activités. Il s'agira de disposer un poste par type d'activité dans la classe, en triplant le matériel par poste, si nécessaire. Les groupes de deux élèves tournent de poste en poste.

Nous vous proposons de travailler avec les élèves sur **deux des trois thématiques** suivantes :

- Les représentations culturelles du système cardio-vasculaire
- Le cœur
- La circulation

Pour chacune d'elle, deux activités ont été développées. Nous vous proposons d'effectuer une des deux activités de la thématique «les représentations culturelles du système cardio-vasculaire» d'office, afin de donner une base aux élèves concernant la circulation. Nous vous recommandons de proposer trois activités différentes aux élèves, afin de pouvoir les répartir correctement lorsqu'ils partent ou reviennent pour effectuer les mesures. Pour les deuxième et troisième activités à choix, libre à vous d'approfondir soit le fonctionnement du cœur, soit celui de la circulation.

Exemples de questions à poser pour orienter la discussion préliminaire :
Quels sont les organes qui nourrissent l'intérieur de votre corps, et où se trouvent-ils dans le corps?
Comment le corps amène-t-il son carburant à tous les organes qui en ont besoin?
Comment le cœur fonctionne-t-il, et comment peut-on mesurer son activité?

2. Phase 2 : Explorer, expérimenter, discuter

Chaque activité démarre par une phase d'expérimentation accompagnée d'explorations, observations, questionnements et mesures. L'élève dispose de fiches d'activités qui contiennent les consignes des expériences ainsi qu'un espace pour noter ses résultats, ses questionnements et ses analyses. Il peut également réaliser des dessins, des schémas.

3. Phase 3 : Construire du sens

Les fiches d'activités permettent à l'élève de réfléchir à la démarche qu'il effectue et de lui donner du sens. Les questions posées sur la fiche ont pour objectif de faciliter les analyses des résultats, les déductions et la formulation des hypothèses.

4. Phase 4 : Prolongements hors de la classe

Certaines fiches d'activités proposent aux élèves de renouveler des expériences chez eux en famille ou avec d'autres amis.

B. Le travail en groupe de deux élèves

Les conditions particulières de l'activité (les groupes de deux élèves quittent la classe à tour de rôle) requièrent une certaine organisation.

Pour faciliter le travail en groupe, ainsi que le passage d'un poste à un autre, nous vous proposons de responsabiliser chaque groupe en les rendant attentif aux :

- Matériel de la mallette : chaque groupe gère l'installation et le rangement du matériel et le restitue tel qu'il l'a reçu.
- Temps d'expérimentation : chaque groupe gère le temps en veillant à ne pas dépasser les 15 ou 20 minutes impartie par expérience.

C. Consignes de sécurité

Les élèves doivent respecter des consignes de sécurité lors des expériences. Si ces règles sont déjà établies en classe, il est bon de les rappeler juste avant de démarrer. Sinon, en parler éventuellement quelques jours avant la séance, puis le jour même pour que les élèves se familiarisent avec elles.

Nous vous proposons quelques règles de bases à suivre, libre à vous de les adapter ou de les compléter :

- Se laver les mains avant toute expérience, surtout si elles nécessitent un contact avec autrui
- Désinfecter à l'alcool les objets qui doivent être en contact avec plusieurs personnes (disponibles dans la mallette pédagogique)
- Ne pas jouer avec les instruments scientifiques, cela peut être dangereux de planter dans l'oreille ou dans l'œil de quelqu'un ne serait-ce qu'un tuyau
- Signaler immédiatement tout problème à l'enseignant
- Ne pas avaler ou respirer l'alcool de désinfection
- Se laver les mains et nettoyer son espace de travail après chaque séance d'expérimentation

D. Préparation de l'enseignant

Il faudra :

- Déterminer les activités que vous souhaitez réaliser, une ligne de conduite et un emploi du temps
- Lire la partie «Contenu scientifique» de ce document, se familiariser avec les activités en lisant les fiches de description avant de les expérimenter avec vos élèves
- Photocopier et distribuer les fiches d'activités
- Préparer l'ensemble du matériel nécessaire, lors de la réception de la mallette pédagogique
- Disposer le mobilier de la classe judicieusement
- Évoquer les consignes de sécurité avec les élèves

E. Votre rôle durant la phase d'expérimentation

Votre rôle sera également de gérer le temps d'expérimentation en passant dans les différents groupes, de s'assurer que les élèves tournent d'un poste à un autre et de leur rappeler d'écrire sur leurs fiches d'activités.

Si vous le souhaitez, vous pouvez stimuler davantage leur implication et leur réflexion face aux expériences proposées :

- posez des questions
- faites délibérément des erreurs en expérimentant avec eux
- jouez le rôle du débutant
- lancez des discussions et des débats en lien avec les expériences…

V. Contenus scientifiques

A. La conception de la circulation sanguine dans l'imaginaire populaire

On peut retrouver chez les enfants trois grands types de représentations sur le système circulatoire du corps humain[2] :

- Le bonhomme réservoir : le corps est rempli de sang, comme une éponge.
- L'irrigation du corps à la manière d'un champ : un ensemble de vaisseaux parcourent le corps, le sang part généralement du cœur vers le reste du corps.
- La circulation ou les circulations : le sang fait un trajet dans les vaisseaux sanguins, ou repasse plusieurs fois dans les organes, selon un mouvement de flux et reflux. L'enfant ne fait généralement pas de distinction entre les artères et les veines.

Représentations des enfants	6 ans	9 ans	12 ans
Le bonhomme réservoir	75 %	60 %	52 %
L'irrigation	24 %	39 %	40 %
Ebauche de circulation	1 %	1 %	8 %

En général, le cœur et les veines sont connus, contrairement aux artères et aux vaisseaux sanguins. En revanche, les enfants ne font pas le lien entre les différents éléments du système circulatoire, ainsi qu'avec les autres organes du corps humain.

Le rôle du sang

Chez les enfants[3], comme chez les adultes[4], le sang est perçu comme quelque chose «qui aide à vivre». Il est souvent aussi perçu comme à l'origine du battement du cœur, le sang donne l'impulsion lorsqu'il arrive au cœur.

Le sang a également le rôle d'alimenter le corps ou le cœur, que ce soit par le transport de nourriture ou d'oxygène. Il revêt d'autre part une fonction de nettoyage du corps, en se chargeant des impuretés du corps ou en tuant les microbes grâce au système immunitaire.

B. Le système cardiovasculaire, la pression et l'hypertension

Généralités

Le système circulatoire est divisé en deux sous-systèmes :

- Le système cardio-vasculaire, constitué du cœur, des vaisseaux sanguins et du sang
- Le système lymphatique, constitué des ganglions lymphatiques, des vaisseaux lymphatiques et de la lymphe

Il est impliqué dans de nombreuses fonctions :

- **De respiration:** transport d'oxygène et de gaz carbonique
- **De nutrition:** transport, du tube digestif aux cellules, des éléments nutritifs
- **D'excrétion:** transport des déchets rejetés par les cellules vers les organes de l'élimination (reins, foie, poumons, peau…)
- **D'immunité:** transport des globules blancs et des anticorps
- **Endocriniennes:** transport des hormones sécrétées par les glandes
- **De thermorégulation:** transport de chaleur

Le cœur est un muscle et constitue l'organe moteur du système circulatoire. Il est formé de deux pompes fonctionnant en parallèle :

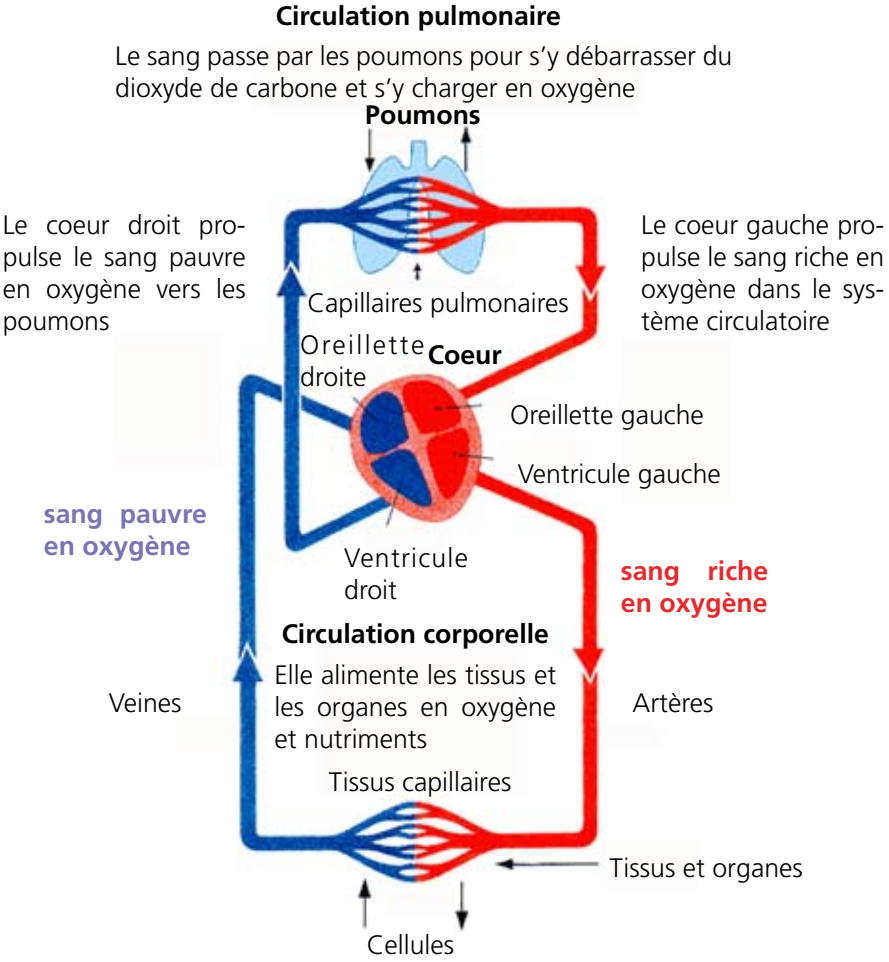
- Le cœur droit qui pompe le sang provenant de l'ensemble des organes vers les poumons
- Le cœur gauche qui pompe le sang oxygéné provenant des poumons vers l'ensemble des organes de l'organisme

2 André Giordan, Françoise Guichard, Jack Guichard, *Des idées pour apprendre*, Z'éditions – CDDP des Alpes maritimes, 1997, p.74-75.
3 Ibid.
4 Christine Purif-Bruckert, *Une fabuleuse machine – Anthropologie des savoirs ordinaires sur les fonctions physiologiques*, Métailié, 1994, p.37-60.

Le sang est composé de plasma (portion liquide) et de cellules (globules rouges, globules blancs, plaquettes).

Schéma de la circulation[5]

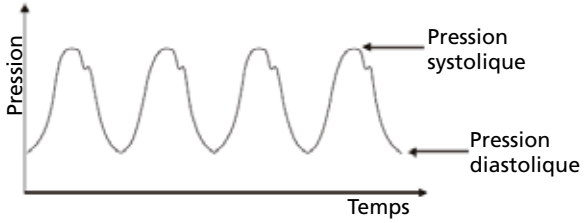
Cœur —> artères —> artérioles —> capillaires —> veinules —> veines —> cœur


Circulation pulmonaire
Le sang passe par les poumons pour s'y débarrasser du dioxyde de carbone et s'y charger en oxygène
Poumons
Le coeur droit propulse le sang pauvre en oxygène vers les poumons
Le coeur gauche propulse le sang riche en oxygène dans le système circulatoire
Capillaires pulmonaires
Oreillette droite
Coeur
Oreillette gauche
Ventricule gauche
sang pauvre en oxygène
Ventricule droit
sang riche en oxygène
Circulation corporelle
Elle alimente les tissus et les organes en oxygène et nutriments
Veines
Artères
Tissus capillaires
Tissus et organes
Cellules

Artères et artérioles sont les conduits par lesquels circule le sang du cœur vers les organes. Veines et veinules sont les conduits par lesquels le sang circule des organes vers le cœur. Les capillaires sont les plus petits vaisseaux sanguins et réunissent les artérioles aux veinules. Ils sont perméables et permettent les échanges entre les organes et le sang.

Cycle cardiaque

Chaque minute, au repos, le cœur se contracte environ 70 fois. Il assure un débit de cinq à six litres par minute. La contraction du cœur correspond à la systole et la décontraction à la diastole. Au moment de la systole, le cœur chasse le sang dans la circulation. La **pression artérielle**, pression exercée par le sang dans les grosses artères, varie au cours du cycle cardiaque : la pression augmente au cours de la **systole** ventriculaire et elle diminue pendant la **diastole** ventriculaire.



La pression artérielle dépend

- Du volume sanguin
- Du débit cardiaque
- De la résistance au passage du sang dans les vaisseaux

5 http://vivitar2001.free.fr/collegeolivierdeserres/article.php3?id_article=47

Par exemple, en cas de stress ou lors d'activité physique intense, le cœur s'accélère et augmente le débit cardiaque et il y a une diminution du diamètre interne des artères. Cela aboutit à une augmentation de la pression artérielle. A l'opposé, si on perd beaucoup de sang (hémorragie), la pression artérielle peut chuter.

Adaptation du débit cardiaque à l'effort

Lors d'un effort physique, les muscles squelettiques consomment davantage d'oxygène et d'énergie. Pour s'adapter à la demande musculaire, le cœur doit envoyer plus de sang dans la circulation. Lors de la systole, le cœur va donc chasser une plus grande quantité de sang et accélérer son rythme de contraction.

Le tableau ci-dessous présente des valeurs de débit sanguin pour différents organes au repos et lors d'exercice intense ; la somme des débits correspond au débit cardiaque.

Organe	Au repos	Exercice intense
Cerveau	750	750
Cœur	250	750
Muscles squelettiques	1200	12 500
Peau	500	1900
Reins	1100	600
Abdomen	1400	600
Autres	600	400
Total	**5800 ml/min**	**17 500 ml/min**

Qu'est-ce que l'hypotension et l'hypertension ?

Hypotension : trop faible pression artérielle qui se traduit par un manque de sang au cerveau. Il n'y pas de danger vital mais les symptômes (malaise, voire perte de connaissance) peuvent être très handicapants. On ne parle d'hypotension que si des symptômes se manifestent.

Hypertension : pression artérielle trop haute. On parle d'hypertension si la pression artérielle est chroniquement trop élevée. Pour s'en assurer, il faut faire des mesures répétées, sur plusieurs semaines, voire sur plusieurs mois. L'hypertension augmente le risque de présenter des **maladies cardiovasculaires** telles que l'attaque cérébrale ou l'infarctus du cœur qui sont les principales causes de décès en Suisse. D'abord, l'hypertension est dite « silencieuse » : le plus souvent, aucun symptôme n'est ressenti.

L'hypertension est appelée primaire lorsqu'il est difficile d'identifier une cause unique à l'hypertension ou secondaire lorsque des maladies par exemple au niveau des reins provoquent une augmentation de la pression artérielle de manière chronique.

A long terme, la pression artérielle est dépendante de nombreux facteurs : par exemple, l'excès de poids, le manque d'activité physique régulière ou un régime alimentaire mal équilibré (peu de fruits ou de légumes, beaucoup de sel, etc.).

Pour quelles valeurs de pression parle-t-on d'hypertension ?

Physiologiquement, il n'y a pas de valeur seuil qui permette de définir « naturellement » l'hypertension. Plus la pression est haute, plus le risque de maladie cardiovasculaire est élevé. Toutefois, chez l'adulte, afin de simplifier les choses, il a été décidé de parler d'hypertension lorsque la pression systolique et/ou diastolique – **mesurée à plusieurs occasions** – est supérieure ou égale à 140/90 mmHg. On dit que la pression est optimale si elle est inférieure à 120/80 mmHg.

Chez l'enfant, il est encore plus **difficile de savoir ce qu'est une pression normale ou trop élevée.** De fait, pendant l'enfance, la pression change avec l'âge et avec la taille. Il faut utiliser des tables qui indiquent approximativement ce que l'on peut considérer comme une pression normale ou trop élevée en fonction de l'âge et la taille. Il est très important de **répéter les mesures** de la pression avant de parler d'hypertension car la pression est très fluctuante (stress, activité physique, mesure après le repas, etc.). Dans notre enquête, nous allons mesurer la pression au maximum à trois reprises. Si après ces trois séries de mesures, la pression est toujours trop haute, on considérera que l'enfant a une pression artérielle trop élevée. Toutefois, **on ne parlera pas encore d'hypertension** car les mesures doivent être encore répétées pour s'en assurer.

VI. Les fiches d'activités pour les enseignants

Pour chacune des **trois thématiques** abordées, deux activités de courte durée sont proposées. A vous de sélectionner **trois activités**. En voici un résumé en quelques lignes pour vous aider à orienter votre choix.

Pour obtenir une description plus précise de chaque activité, se référer aux fiches d'activités **destinées aux élèves** (plus loin dans le document). Chaque fiche d'activité communique les instructions aux élèves, les questionnent sur certains aspects de l'expérience et leur permet de noter leurs remarques.

Nous vous invitons à choisir au moins une des activités de la thématique «les représentations culturelles du système cardio-vasculaire». Elle contient des ressources pédagogiques et des informations très utiles pour les autres activités.

Les représentations culturelles du système cardio-vasculaire

La route du sang

Les élèves dessinent tout d'abord individuellement leur conception de la circulation sanguine sur la fiche d'activité. Après avoir confronté en groupe leurs idées et décidé d'une conception-consensus, les élèves la dessinent sur une silhouette grandeur nature qu'ils tracent eux-mêmes. Ils réfléchissent aux positions des organes et à leur rôle, en collant des images. La silhouette peut servir tout au long de la séance pour reporter les résultats des autres expériences.

La circulation à travers les siècles

Les élèves étudient la représentation de la circulation à travers les siècles sur la base d'iconographies et de textes. Ils confrontent leur propre vision aux conceptions des savants d'hier et d'aujourd'hui.

Le cœur

Tchac poum, tchac poum

Les élèves fabriquent un stéthoscope à l'aide d'un entonnoir, de film alimentaire, d'élastiques et de tuyaux. Ils écoutent leur cœur ou celui de leur camarade et cherchent le meilleur endroit pour l'entendre.

Marathon cardiaque

Les élèves prennent conscience du travail musculaire extraordinaire effectué par le cœur grâce à de petites expériences (presser une balle de tennis autant de fois que le cœur bat en une minute; transvaser l'équivalent en eau du volume total sanguin d'un récipient à un autre à l'aide d'un récipient équivalant au volume de sang éjecté par le cœur à chaque contraction). Ils prennent ainsi conscience du volume sanguin total contenu dans leur corps et de la fréquence cardiaque. Ils calculent le débit cardiaque au repos et lors d'un effort intense.

La circulation

La chasse au pouls

Les élèves explorent leur corps pour découvrir les endroits où l'on sent le pouls. Ils font la différence entre circulation artérielle et veineuse : système à haute et à basse pression.

Sous pression

Les élèves font passer avec une seringue un volume de liquide fixe dans des tuyaux de diamètres internes variables. Ils chronomètrent le temps mis pour faire passer ce volume fixe pour chaque tuyau. Ils constatent également les variations de pression à exercer sur le piston de la seringue en fonction de la taille des tuyaux.

Les activités proposées vous sont présentées ci-après dans le détail selon la séquence suivante:

- Temps nécessaire
- Objectifs et concepts
- Liens avec le message de prévention
- Matériel pour chaque groupe de 2 élèves
- Matériel pour la classe
- Préparation dans la classe
- Travail à la maison, prolongements possibles

La route du sang

Temps nécessaire – 20 minutes

Objectifs et concepts

- Faire découvrir aux élèves l'intérieur de leur corps
- Faire réaliser aux élèves que les vaisseaux sanguins vont partout dans le corps, jusqu'au bout des doigts, des oreilles, et du nez
- Mettre en évidence la notion de circulation fermée, la place et le rôle du cœur dans celle-ci, afin de faire le lien avec l'activité suivante choisie dans les thématiques B ou C

Lien avec le message de prévention

Mettre en évidence l'importance d'avoir une bonne circulation, afin d'irriguer correctement l'ensemble du corps, et de permettre au sang de bien jouer son rôle.

Matériel pour chaque groupe de 2 élèves

- Feutres de couleur
- Fiches d'activités A1

Matériel pour la classe

Fourni dans la mallette pédagogique

- 1 grand rouleau de papier
- Pastilles adhésives multi-fix
- Images des différents organes

A fournir

- Feutres de couleur
- Punaises ou matériel d'accrochage au mur
- Fiches d'activités A1

Préparation dans la classe

- Installer un poste de travail pouvant accueillir environ 6 élèves avec le matériel nécessaire
- Dégager un espace par terre pour permettre aux élèves de s'allonger sur le sol, et pouvoir tracer la silhouette sur le papier
- Préparer un espace au mur pour pouvoir afficher la silhouette pour chaque groupe de 6 élèves
- Photocopier les fiches d'activités

Travail à la maison, prolongements possibles

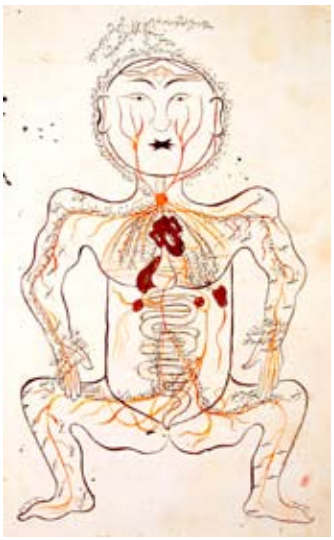
Effectuer un travail de recherche sur la circulation d'autres animaux et sur la circulation de la sève chez les plantes.

La circulation à travers les siècles

Temps nécessaire – 15 minutes

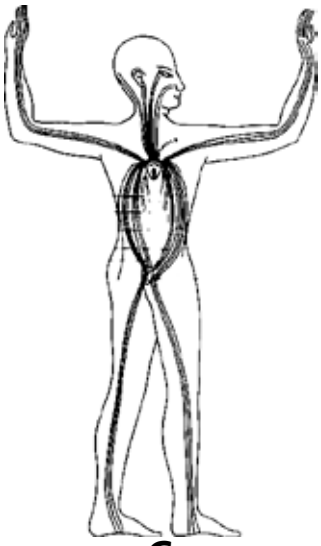
Objectifs et concepts

- Mettre en évidence le cheminement historique de la pensée des savants au fur et à mesure des avancées scientifiques et techniques. Mettre en évidence le parallèle possible et les similitudes entre les conceptions des enfants et les anciennes conceptions des savants.
- Mettre en évidence le fait que les civilisations arabes ont beaucoup apporté à la médecine.

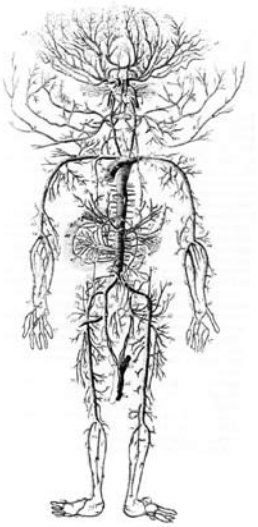


A

B



C



D

Image A[6] : manuscrit arabe du XVI[e] siècle[7]

Cette image, tirée d'un manuscrit arabe, comprend la silhouette d'un corps humain et d'un visage sur lequel sont figurés les organes des sens (bouche, œil, oreille, nez). La silhouette renferme également différents organes. Sont ici représentés : l'œsophage, le cœur avec des cavités, le foie qui est caché en partie par l'estomac, la rate, l'estomac et les intestins, ainsi que deux petites taches rouges au milieu du corps, dont il est difficile de dire ce qu'elles représentent. On trouve également un système assez compliqué de vaisseaux dont l'origine se situe dans le cœur ou autour du cœur. Ces vaisseaux sont reliés aux différents organes représentés, ainsi qu'aux extrémités des membres, en se ramifiant (par exemple dans les doigts). On trouve également des annotations en arabe, qui commentent les différentes structures représentées. Il s'agit très probablement d'un manuel d'instruction anatomique destiné à des élèves médecins.

On ne peut pas dire que ces vaisseaux reproduisent fidèlement ce que nous connaissons aujourd'hui du système cardio-vasculaire. Pourtant, ils sont suffisamment précis pour qu'on y reconnaisse l'esquisse du système artériel, dont le point de convergence est le cœur et dont les vaisseaux se rendent vers toutes les parties du corps. A la différence de la conception cardio-centrique du corps égyptien, le cœur n'est pas ici l'unique organe important. Il est certes au centre de l'attention, mais deux autres systèmes coexistent : le système veineux, avec le foie comme organe central et le système nerveux, avec le cerveau comme organe central. Ce qui est montré ici, c'est donc uniquement le système artériel, schématisé. Tous les organes ne sont pas représentés, mais les principaux s'y trouvent. Le principe de la répartition des artères dans toutes les parties du corps est bien illustré.

Cette représentation se fonde sur une connaissance relativement précise du corps humain, que la civilisation arabe et persane de l'époque médiévale tirent d'une expérience anatomique déjà bien élaborée. Il s'agit d'un héritage scientifique des savants grecs, qui avaient disséqué des corps humains ainsi que des animaux et dont on a traduit et commenté les traités de médecine et de sciences. Mais on remarque que la notion de circulation du sang y est absente : le système veineux n'y est pas représenté. En effet, on conçoit alors que ce qui circule à travers les artères n'est pas du sang à

6 Textes explicatifs rédigés en collaboration avec V. Barras, Dir. Institut Universitaire Romand d'Histoire de la Médecine et de la Santé.
7 Bibliothèque nationale, Paris.

proprement parler, mais un « fluide » vital qui communique l'énergie vitale au corps. Dans le cadre d'une telle conception, le sang reste cantonné dans le système veineux, comme une sorte de liquide nutritif irriguant le corps.

Image B : représentation universelle actuelle[8]

Image C : d'après un bas-relief égyptien daté 2500 av. J-C.[9]

Dans ce dessin, le cœur est considéré comme l'organe fondamental, le siège du principe de vie. On appelle cette conception -que la civilisation grecque reprendra ultérieurement- le cardio-centrisme. A partir de ce centre vital rayonnent différents canaux, par lesquels une communication est établie entre lui et différentes parties du corps (qui ne sont pas nécessairement des organes au sens où nous l'entendons aujourd'hui!), comme la vessie, le foie, l'anus, les testicules, les membres supérieurs et inférieurs, les yeux, le nez, etc. Ces parties sont considérées comme importantes (d'où le fait qu'elles soient, sur cette figure, reliées au cœur), alors que d'autres le sont moins. Dans un tel cas, on ne peut donc pas parler de « système vasculaire » au sens que nous accordons aujourd'hui à ce terme, même si les « vaisseaux » que nous montre ce schéma ont l'air de ressembler à des artères ou à des veines.

Certains des tracés qui sont représentés ici sont en effet une pure construction théorique. C'est le cas par exemple du double système de canaux qui descend depuis le cœur jusqu'à l'anus, ou encore des conduits qui vont des différents organes des sens - œil, nez, oreille - vers le cœur. Il s'agit donc d'une conception qui n'est pas fondée sur une dissection systématique du corps humain (bien que l'on puisse penser que les égyptiens, du fait de leurs pratiques religieuses, aient eu une connaissance directe de l'intérieur du corps humain), mais qui se base sur le principe du cardio-centrisme, à partir duquel s'organise l'ensemble de la représentation du corps humain.

Image D : encyclopédie de Diderot et d'Alembert XVIII^{e} siècle[10]

Cette gravure du XVIIIe siècle, siècle de l'apogée du savoir anatomique, montre l'ensemble indépendant et entièrement déployé du système artériel, depuis le cœur (qui a été retranché sur la gravure) et les gros vaisseaux (on reconnaît bien l'aorte, avec son début en forme de crosse, et les artères principales de la tête, des membres supérieurs et inférieurs). Au XVIIIe siècle, l'anatomie s'est pour ainsi dire stabilisée. Depuis la Renaissance, de façon systématique, on a reconnu la très grande majorité des structures, du moins celles qui sont visibles à l'œil nu et on a organisé toutes ces structures en systèmes bien caractérisés (artériel, veineux, lymphatique, nerveux), auxquels on a attribué des fonctions.

Ainsi, pour le système artériel, on sait désormais qu'il est relié au système veineux (qui n'est pas visible sur cette gravure) par les capillaires, petits vaisseaux qui permettent le passage du sang de l'un à l'autre. On sait aussi que cet ensemble constitue une machine hydraulique très sophistiquée : une circulation du sang, qui, propulsé par le cœur qui fait office de pompe, part du cœur gauche, s'engouffre dans les gros vaisseaux artériels, lesquels s'affinent et se ramifient à mesure qu'ils se rapprochent des organes et des extrémités du corps, puis se transforment en capillaires, lesquels confluent à leur tour pour devenir des veines et ramener le sang vers le cœur droit.

Cette conception est à la base de la gravure ci-jointe. On peut observer en particulier le soin mis à l'affinement progressif des vaisseaux et au détail de leurs ramifications au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la « pompe ». C'est bien une machine complexe, que le graveur a souhaité représenter dans toute sa splendeur. L'impression arborescente souligne encore cette intention, qui relève de la célébration autant que de la pédagogie (on aura aussi remarqué à cet égard les petits chiffres qui renvoient à une légende, et qui sont destinés à faciliter l'apprentissage du nom des différentes artères).

Lien avec le message de prévention

Indirect, intérêt culturel et historique.

Matériel pour chaque groupe de 2 élèves

- Images plastifiées en couleur et de taille plus importante que sur la fiche d'activité pour pouvoir bien les examiner
- Fiches d'activités A2

8 Emilie Beaumont et Agnès Vandewielle, *Le corps*, Editions Fleurus enfants, 1994, p.16.
9 http://www.sts.uqam.ca/keating/His4722/HIS4722_C3.htm
10 Philippe Gorny, *Histoire illustrée de la cardiologie*, Edition Dacosta, 1985, p.198.

Matériel pour la classe

Fourni dans la mallette pédagogique

- Images plastifiées en couleur et de taille plus importante que sur la fiche d'activité pour pouvoir bien les examiner pour trois ou quatre postes

A fournir

- Fiches d'activités A2

Préparation dans la classe

- Préparer un poste où les images sont à disposition
- Photocopier les fiches d'activités

Travail à la maison, prolongements possibles

Travail de recherche sur les conceptions du corps, du coeur et de la circulation à travers les âges.

Tchac poum, Tchac poum

Temps nécessaire – 20 minutes

Objectifs et concepts

- Faire réaliser aux élèves que le cœur est un muscle qui se contracte de manière autonome pour propulser le sang dans les vaisseaux
- Faire découvrir aux élèves les bruits du cœur et qu'ils correspondent à la fermeture des valves cardiaques dont la fonction est d'empêcher le reflux du sang
- Faire réaliser aux élèves que le cœur ne s'arrête jamais, qu'il est régulier et s'adapte à l'activité physique du corps

Consigne de sécurité à donner :
Attention, ne pas taper sur le stéthoscope, cela peut abîmer les oreilles de celui qui écoute !

Lien avec le message de prévention

Mettre en évidence l'importance du cœur, organe vital et qui ne se repose jamais. S'il travaille trop, par exemple lors de pression trop élevée de manière permanente, il se fatigue plus rapidement. On en prend soin par exemple en pratiquant une activité physique régulièrement.

Matériel pour chaque groupe de 2 élèves

- 1 entonnoir
- 3 tuyaux
- 1 raccord en Y
- 1 rouleau de film alimentaire
- 1 paire de ciseaux
- 1 élastique
- 1 pissette d'alcool pour désinfecter le matériel lorsque l'activité est finie
- Du papier ménage pour désinfecter
- 1 stéthoscope de médecin
- Fiches d'activités B1

Matériel pour la classe

Fourni dans la mallette pédagogique

- 3 entonnoirs
- 9-10 tuyaux
- 3-4 raccords en Y
- 1 rouleau de film alimentaire
- 1 boîte d'élastiques
- 1 pissette d'alcool pour désinfecter le matériel lorsque l'activité est finie
- 1 stéthoscope de médecin

A fournir

- 1 paire de ciseaux

- Du papier ménage pour désinfecter
- Fiches d'activités B1

Préparation dans la classe

- Préparer un poste pour 3 binômes
- Photocopier les fiches d'activités

Travail à la maison, prolongements possibles

Refaire un stéthoscope à la maison et écouter le cœur des membres de sa famille.

Marathon cardiaque

Temps nécessaire – 15 minutes

Objectifs et concept

- Faire réaliser aux élèves que le cœur est un muscle qui se contracte puissamment « même au repos » et pompe une grande quantité de liquide
- Faire réaliser aux élèves que le cœur est un muscle qui peut s'adapter aux besoins du corps et tripler ses performances
- Faire découvrir aux élèves que le cœur est un organe qui est entraîné à fournir beaucoup plus de travail que les muscles de la main et du bras : un effort soutenu les fatigue

Lien avec le message de prévention

Mettre en évidence que le cœur ne se repose jamais. On peut le ménager en faisant de l'exercice physique régulièrement, particulièrement des exercices d'endurance. Cela diminue la fréquence cardiaque au repos et le cœur se fatigue moins sur le long terme. D'autre part, la récupération après l'effort est plus rapide.

Matériel pour chaque groupe de 2 élèves

- 2 seaux
- 1 tasse de contenance 80 ml
- 1 grande bâche pour étaler par terre en vue d'éventuelles inondations
- Eau du robinet
- 1 bouteille en PET de 1.5 litres pour doser 5.6 litres dans le seau
- 1 balle de tennis
- 1 chronomètre
- Fiches d'activités B2

Matériel pour la classe

Fourni dans la mallette pédagogique

- 4 seaux
- 2 tasses de contenance 80 ml
- 1 grande bâche pour étaler par terre en vue d'éventuelles inondations
- 2 balles de tennis
- 2 chronomètres

A fournir

- Eau du robinet
- 2 bouteilles en PET de 1.5 litres pour doser 5,6 litres dans le seau
- Fiches d'activités B2

Préparation dans la classe

- Etaler la bâche par terre et installer les bassines et seaux avec un espace suffisant pour que les élèves puissent bouger autour
- Disposer tout le matériel nécessaire autour
- Libérer un accès à un évier
- Photocopier les fiches d'activités

La chasse au pouls

Temps nécessaire – 15 minutes

Objectifs et concepts

- Découvrir que l'on perçoit le pouls sur les artères mais pas sur les veines
- Découvrir que le rythme du pouls correspond au rythme de contraction du cœur
- Découvrir que la pulsation sentie correspond à l'onde propagée par les vaisseaux suite à la contraction du cœur
- Découvrir que le pouls peut se mesurer à différents endroits du corps et que la mesure est reproductible
- Découvrir que le rythme cardiaque, et donc le pouls, est fonction de l'activité physique

Lien avec le message de prévention

Le cœur est un muscle qui s'adapte à l'effort physique. Plus il est entraîné, moins il doit fournir d'effort pour un même exercice et plus vite le pouls revient à sa fréquence de base.

Matériel pour chaque groupe de 2 élèves

- 1 chronomètre
- 1 chaise
- Fiches d'activité C1

Matériel pour la classe

Fourni dans la mallette pédagogique

- 3 chronomètres

A fournir

- Chaises
- Fiches d'activité C1

Préparation dans la classe

- Installer des postes avec les chaises
- Photocopier les fiches d'activités

Travail à la maison, prolongements possibles

Prendre le pouls de sa famille et comparer entre adultes et enfants de différents âges, femmes et hommes.

Sous pression

Temps nécessaire – 20 minutes

Objectifs et concepts

Les élèves constatent que plus un vaisseau est de faible diamètre, plus la pression exercée pour faire avancer un liquide est importante.

Lien avec le message de prévention

Réaliser que le travail du cœur est accru si la pression des artères est plus élevée. Dans ce cas, le cœur va se fatiguer plus rapidement.

Matériel pour chaque groupe de 2 élèves

- 1 tuyau de diamètre interne 5 mm
- 1 tuyau de diamètre interne 3 mm
- 1 tuyau de diamètre interne 2 mm
- 3 jonctions tuyau-seringue
- 1 seringue 100 ml
- 1 bassine pour récupérer l'eau au bout du tuyau
- 1 récipient contenant 500ml d'eau
- 1 chronomètre
- Fiches d'activité C2

Matériel pour la classe

Fourni dans la mallette pédagogique

- 3 tuyaux de diamètre interne 5 mm
- 3 tuyaux de diamètre interne 3 mm
- 3 tuyaux de diamètre interne 2 mm
- 9 jonctions tuyau-seringue
- 3 seringues 100ml
- 3 bassines pour récupérer l'eau au bout du tuyau
- 3 chronomètres

A fournir

- 3 récipients contenant 500ml d'eau
- Fiches d'activité C2

Préparation dans la classe

- Installer les jonctions tuyau-seringue sur les tuyaux
- Préparer les récipients pour les 500 ml d'eau (fonds de bouteilles d'1.5L en PET coupés par exemple)
- Photocopier les fiches d'activités

VII. Fiches d’activités pour les élèves

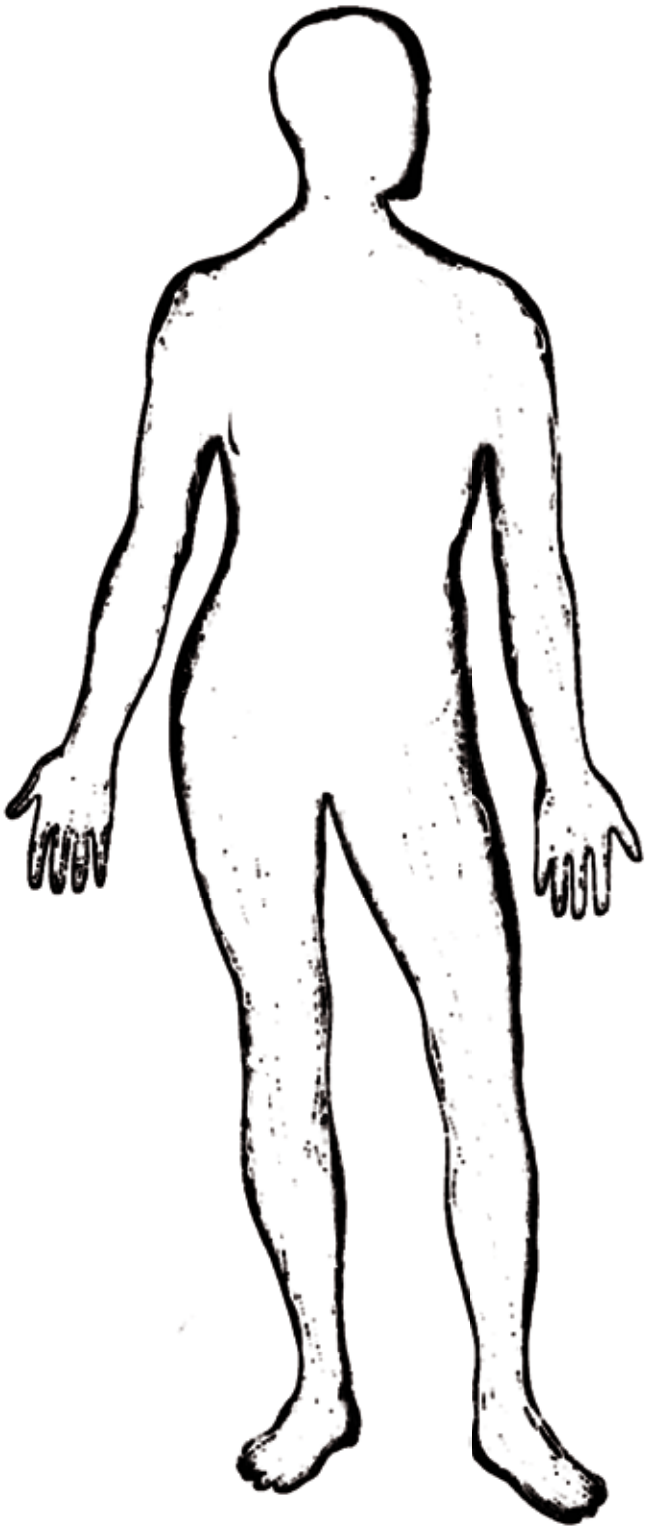
Les fiches ci-après sont à photocopier et à distribuer aux élèves.

La route du sang

Expérimenter

Expérience 1

Sur cette silhouette, dessine tes vaisseaux sanguins (les artères et les veines), ton cœur et le chemin de la circulation du sang dans ton corps.



Compare avec le dessin d'un autre élève et discutez des différences que vous remarquez.

Les vaisseaux sont-ils au même endroit ?

.....

Les vaisseaux sont-ils tous de la même taille dans l'ensemble du corps ?

.....

Le sang circule-t-il partout dans le corps ?

.....

Le cœur est-il placé au même endroit ?

.....

Expérience 2

Dessinez une silhouette taille réelle sur une grande feuille de papier.

Reproduisez un schéma représentant le parcours des vaisseaux dans le corps sur cette silhouette grandeur nature, après vous être mis d'accord.

Expérience 3

Placez les images des organes du corps fournies dans la mallette au bon endroit sur le corps. Une fois que vous êtes d'accord sur la position, collez les sur la silhouette avec les pastilles adhésives.

A côté de chaque organe, place l'étiquette de la fonction qu'il a dans le corps.

Compare ce que vous avez dessiné avec la fiche explicative. Quelles différences remarques-tu ?

Réponses dans la boîte du matériel de l'activité !

Mes questions, mes analyses, mes remarques

Utilise cet espace pour noter ce qui t'intéresse, les questions que tu te poses.

.....

.....

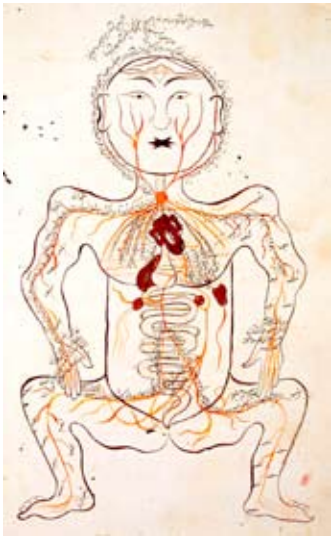
.....

A faire plus tard

A la maison, tu peux rechercher dans des livres ou sur internet quelles sont les différences entre circulation sanguine chez toi et chez d'autres animaux. Pense à regarder pour les batraciens. Tu peux aussi comparer avec la circulation de la sève chez les plantes.

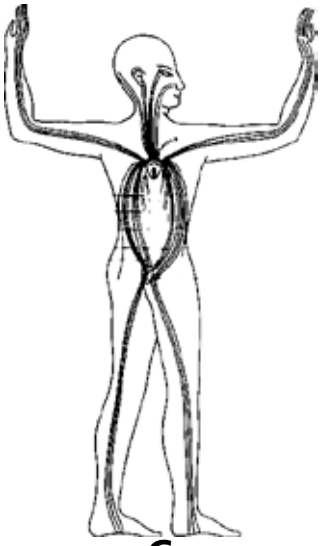
La circulation à travers les siècles

Expérimenter

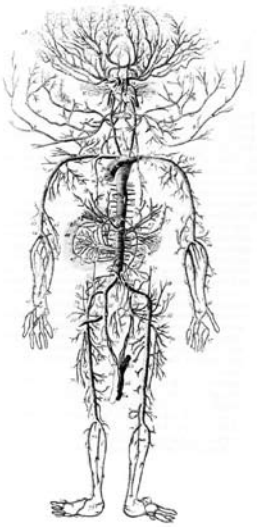


A

B



C

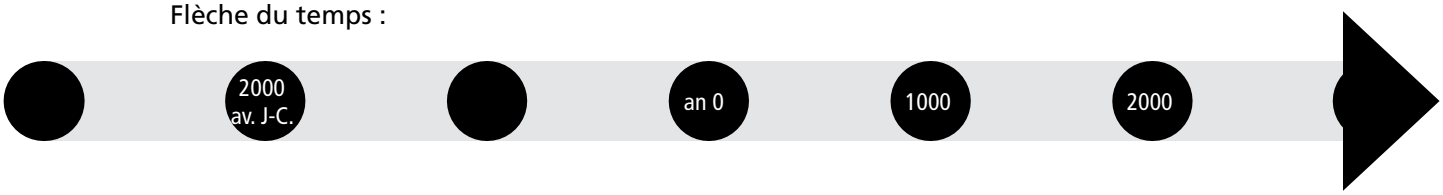


D

Prends les grandes images qui correspondent à ces illustrations dans la mallette.

Ces images ont été dessinées par des savants de différentes régions du monde et de différentes époques, certaines très anciennes. Replace-les dans l'ordre chronologique sur la flèche du temps grâce aux lettres leur correspondant.

Flèche du temps :



Quelles sont celles qui te sont familières ?

.....

Quelles sont celles qui ressemblent le plus à ce que l'on voit actuellement dans les livres de sciences?

.....

Quelles sont celles que tu trouves belles ?

.....

Quelles sont celles que tu aurais pu dessiner si on t'avait demandé de le faire ?

.....

Certaines ont été dessinées sans ouvrir le corps, juste en imaginant comment pouvait être la circulation.

Réponses dans la boîte du matériel de l'activité !

Mes questions, mes analyses, mes remarques

Utilise cet espace pour noter ce qui t'intéresse, les questions que tu te poses.

.....

.....

A faire plus tard

Tu peux rechercher dans les livres ou sur internet comment on représentait le cœur au cours de l'histoire.

Tchac poum, Tchac poum

Expérimenter

Fabrique un stéthoscope selon le modèle suivant. Bien tendre le film !

Écoute ton cœur en pressant fort le stéthoscope **contre la peau.** Cherche le meilleur endroit sur ton torse ou celui de ton équipier pour écouter le cœur battre.

Comme le docteur, n'oublie pas de nettoyer avec de l'alcool la surface du stéthoscope que tu mets en contact avec la peau à chaque fois que tu changes de personne examinée.

Attention, ne tape pas sur cette surface car elle est très fragile et cela peut aussi abîmer les oreilles de celui qui écoute !

Qu'entends-tu ?

.....

Compare le bruit que tu entends avec ton bricolage ou avec le vrai stéthoscope que tu trouveras dans la mallette.

Le bruit que tu entends est-il régulier ? Est-il le même chez toi ou chez ton équipier ?

.....

D'où vient le bruit du cœur ?

.....

Réponses dans la boîte du matériel de l'activité !

ATTENTION ! Pour ne pas perturber les résultats des mesures de pression de l'enquête, ne fais la suite que si tu es déjà passé (e) auprès de l'équipe médicale.

Compare la vitesse du battement du cœur au repos, et après avoir fait de l'exercice. Tu peux par exemple t'accroupir et te relever rapidement 10 fois de suite.

Que constates-tu ? Pourquoi existe-t-il une différence?

.....

Réponses dans la boîte du matériel de l'activité !

Mes questions, mes analyses, mes remarques

Utilise cet espace pour noter ce qui t'intéresse, les questions que tu te poses.

.....

A faire plus tard

Refais le stéthoscope à la maison et écoute le cœur de tous les membres de ta famille !

Marathon cardiaque

Expérimenter

Expérience 1

Prends la balle de tennis dans une main. Presse-la le plus fort possible 70 fois. C'est ce que fait le cœur d'un adulte pour faire circuler la totalité du sang en une minute.

Que ressens-tu après l'exercice ?

.....

Sens-tu ton cœur se fatiguer comme ta main ?

.....

Le cœur effectue cet exercice 24h/24h, sans se fatiguer.

Expérience 2

Remplis un seau de 5,6 L d'eau. Ceci représente le volume total de sang que contient le corps d'un adulte.

Remplis la tasse avec 80 ml d'eau. Ceci représente le **volume d'éjection**, c'est-à-dire la quantité de sang que le cœur d'un adulte pompe en un battement pour l'envoyer dans les artères.

Transvase tout le liquide du seau plein vers le seau vide à l'aide de la tasse.

Compte combien de tasses sont nécessaires =……tasses.

Ceci représente le nombre de battements du cœur nécessaires pour pomper une fois tout le sang du corps.

Ce que tu viens de faire, le cœur le fait en 1 minute seulement.

Intervertissez les rôles avec ton équipier et refaites l'expérience.

Le **débit cardiaque,** c'est-à-dire la quantité de liquide éjectée par le cœur en 1 minute, est égale au nombre de battements par minute x le volume d'éjection.

Calcule le débit cardiaque

- au repos (70 battements/min, volume d'éjection 80 ml)

  ……ml/min ou ……L/min

- lors d'un effort important (145 battements/min, volume d'éjection 130 ml)

  …… ml/min ou ……L/min

Enfin, calcule la quantité de sang **en litres** que le cœur pompe chaque jour au repos :

……L.

Réponse dans la boîte du matériel de l'activité !

Mes questions, mes analyses, mes remarques

Utilise cet espace pour noter ce qui t'intéresse, les questions que tu te poses.

.....

.....

.....

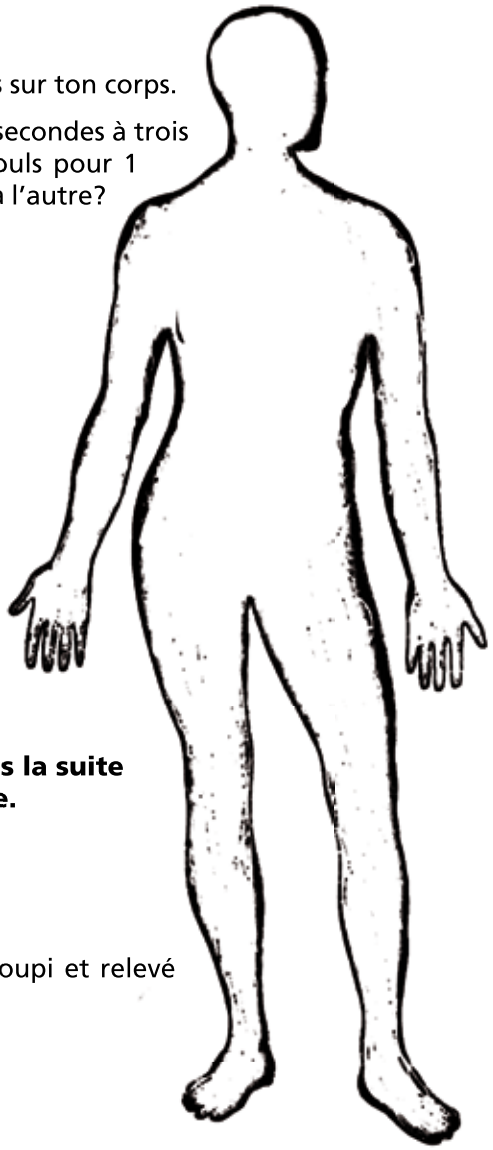
La chasse au pouls

Expérimenter

Expérience 1

Tu peux sentir ton pouls le long des vaisseaux sanguins qui transportent le sang venant du cœur, les artères. Au poignet et dans le cou, on le sent particulièrement bien. Et ailleurs? Explore différents endroits de ton corps.

Dessine où tu sens le pouls sur cette silhouette.



Regarde sur la fiche d'explications où tu peux sentir le pouls sur ton corps.

Compte le nombre de battements de ton pouls pendant 20 secondes à trois endroits de ton corps. Pour chaque mesure, calcule ton pouls pour 1 minute. Compare les résultats. Est-ce différent d'un endroit à l'autre? Compare avec les résultats d'autres élèves.

Endroit du corps où le pouls a été mesuré	Battements pour 20 secondes au repos	Battements pour 1 minute au repos

ATTENTION! Pour ne pas perturber les résultats des mesures de pression de l'enquête, ne fais la suite que si tu es déjà passé (e) auprès de l'équipe médicale.

Prends ton pouls à un des endroits testés après t'être accroupi et relevé rapidement 10 fois de suite.

Endroit du corps où le pouls a été mesuré	Battements pour 20 secondes après l'effort	Battements pour 1 minute après l'effort

Existe-t-il une différence avec la mesure au repos? Pourquoi?

.....

.....

Réponses dans la boîte du matériel de l'activité !

Expérience 2

Assieds-toi sur une chaise, les jambes croisées, et observe le bout de ta chaussure. Pour observer correctement le phénomène, il faut bien relâcher la jambe du dessus et varier légèrement les positions jusqu'à observer un mouvement surprenant.

Que se passe-t-il?

.....

Prends ton pouls en même temps que tu observes ton pied.

Le rythme du battement de ton pouls et du mouvement de ton pied est-il le même ?

.....

Pourquoi ?

.....

Réponses dans la boîte du matériel de l'activité !

Mes questions, mes analyses, mes remarques

Utilise cet espace pour noter ce qui t'intéresse, les questions que tu te poses.

.....

.....

.....

A faire plus tard

Prends le pouls des membres de ta famille et compare les mesures entre les adultes, les enfants d'âges différents et entre les hommes et les femmes.

Sous pression

Expérimenter

Tu disposes de trois tuyaux de diamètre interne différent. A l'aide de la seringue, remplis complètement le tuyau d'eau, en faisant attention de faire tomber l'eau qui en sortira dans la bassine. Prélève 100 ml d'eau dans la seringue et connecte la seringue au tuyau. Chronomètre le temps que tu mets pour faire passer le plus vite possible 100 ml d'eau dans le tuyau A.

Recommence pour les deux autres tuyaux. Note dans le tableau les résultats, et si tu as dû pousser fort ou non sur le piston de la seringue.

Tuyaux de 2 mètres de long	Diamètre interne en mm	Temps en secondes	Pression exercée sur le piston de la seringue
Tuyau A	5		
Tuyau B	3		
Tuyau C	2		

Que remarques-tu ?

Imagine que ces tuyaux soient tes vaisseaux sanguins, et la seringue ton coeur. Ton cœur, en se contractant, éjecte le sang dans les artères. Le tuyau A est aussi gros que tes artères et le tuyau C est bien plus large que tes plus petits vaisseaux, les capillaires. En réalité, tes capillaires peuvent avoir un diamètre de 0.01 mm ! Ces petits vaisseaux apportent le sang dans les moindres recoins de ton corps, par exemple au bout de tes doigts. Imagine la force que le cœur doit déployer pour pousser le sang dans les capillaires…

Réponses dans la boîte du matériel de l'activité !

Mes questions, mes analyses, mes remarques

Utilise cet espace pour noter ce qui t'intéresse, les questions que tu te poses.

.....

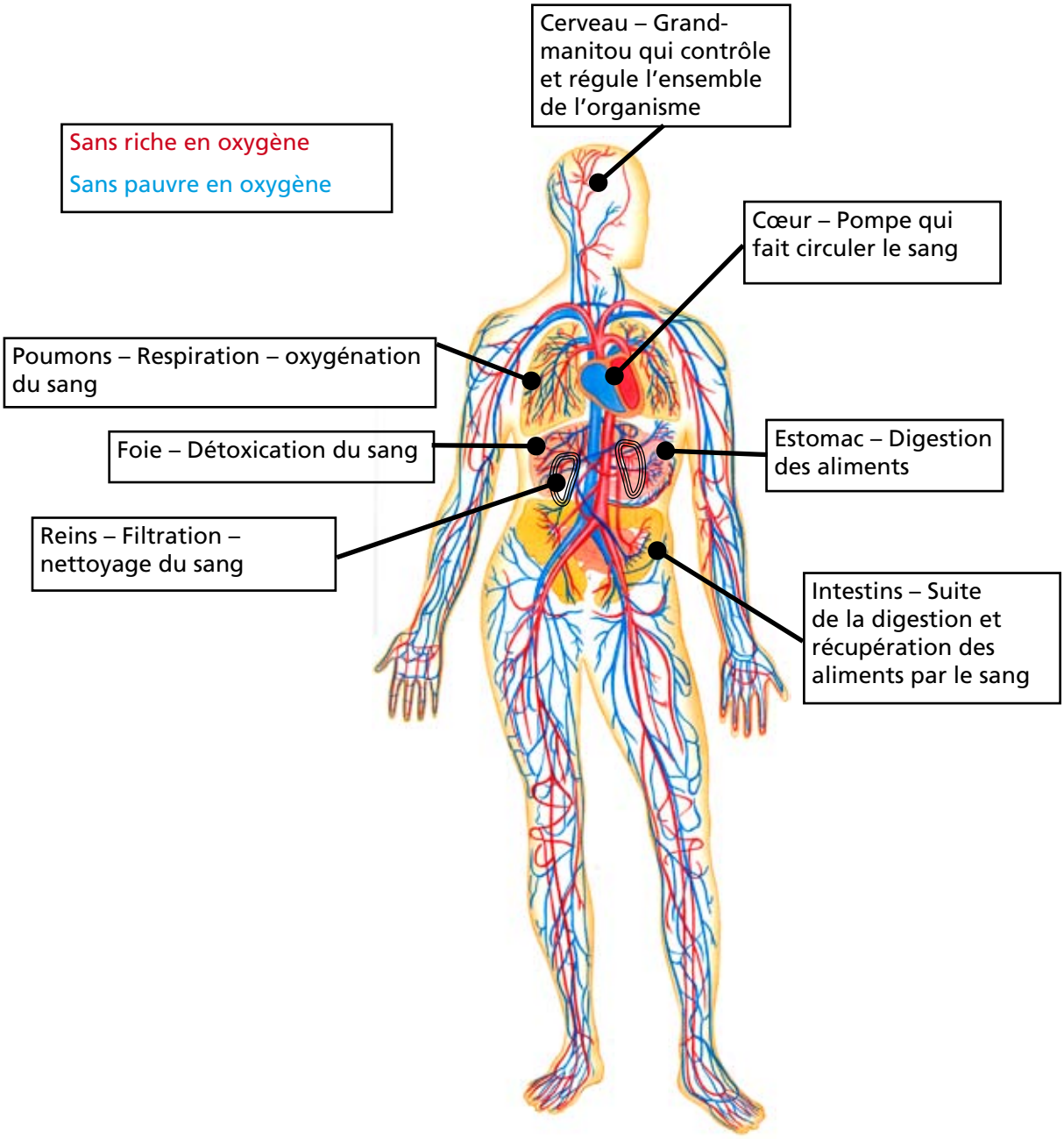
.....

.....

VIII. Fiches réponses à disposition dans les mallettes pédagogiques

Les fiches réponses ci-après sont à disposition des élèves dans les mallettes pédagogiques

La route du sang


Cerveau – Grand-manitou qui contrôle et régule l'ensemble de l'organisme
Sans riche en oxygène
Sans pauvre en oxygène
Cœur – Pompe qui fait circuler le sang
Poumons – Respiration – oxygénation du sang
Foie – Détoxication du sang
Estomac – Digestion des aliments
Reins – Filtration – nettoyage du sang
Intestins – Suite de la digestion et récupération des aliments par le sang

Le sang parcourt sans cesse le corps pour livrer oxygène, énergie ou tout autre composé nécessaire aux muscles et aux organes. Le corps d'un humain adulte est ainsi parcouru par environ 96 000 kilomètres de vaisseaux sanguins ! Ce gigantesque réseau de tuyaux permet d'irriguer l'ensemble du corps, jusque dans ses moindres recoins… Le sang circule dans tous les vaisseaux sanguins grâce au cœur, pompe infatigable qui fonctionne jour et nuit.

Notre circulation est composée de différents types de vaisseaux reliés les uns aux autres pour former un circuit fermé. Les artères sont les gros vaisseaux qui transportent le sang oxygéné depuis le cœur jusqu'aux organes. Afin de pouvoir apporter le sang partout où il est nécessaire, les artères sont reliées à de tout petits vaisseaux, les capillaires. Les capillaires sont également reliés à l'autre bout aux veines. Ces vaisseaux ramènent le sang au cœur et l'envoient aux poumons pour l'oxygéner à nouveau. Retour à la case départ !

La circulation à travers les siècles

Compare cette solution à ta proposition :

Pourquoi les plus récentes sont-elles les plus détaillées ?

Le fonctionnement du corps est bien mieux connu depuis que les scientifiques peuvent l'ouvrir et l'étudier. Les images anciennes montrent davantage des concepts de circulation du sang que les emplacements réels des vaisseaux sanguins et des organes.

Lis les commentaires au dos de la fiche correspondant à l'illustration moderne représentant la circulation sanguine.

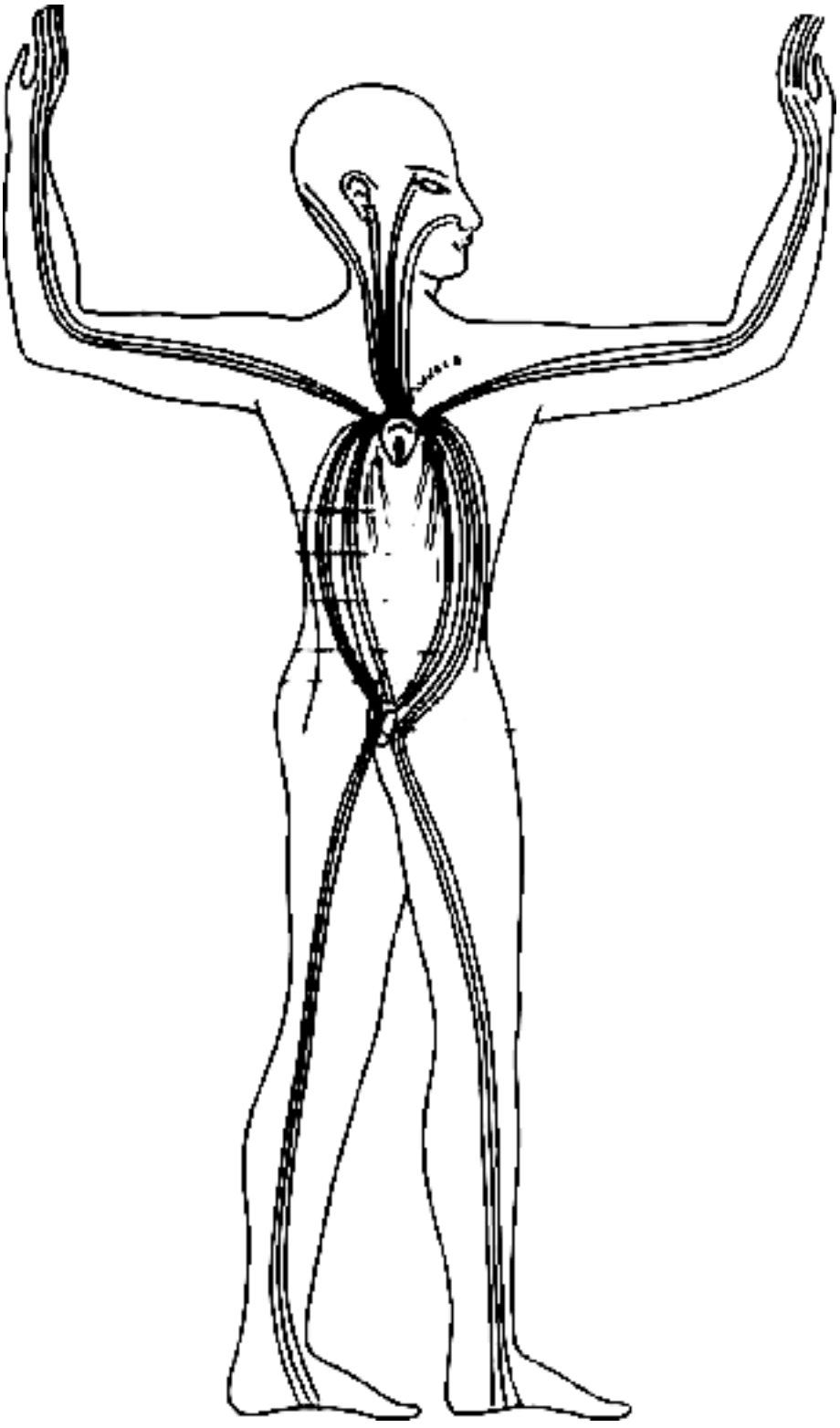
Choisis maintenant une image ancienne qui te plaît, et lis au dos les commentaires la concernant.

Compare avec ce que tu sais de la conception actuelle de la circulation sanguine !

Le corps égyptien

Le cœur

Les Egyptiens considérait le cœur comme l'organe le plus important du corps, le centre vital : on appelle cette conception le cardio-centrisme (que la civilisation grecque reprendra ultérieurement). C'est pourquoi les savants égyptiens ont placé le cœur au centre du réseau de vaisseaux assurant la circulation.



± 2500 av. J-C.

La circulation

Le réseau de vaisseaux sanguins représenté relie le cœur à d'autres parties importantes du corps comme la vessie, le foie, l'anus, les testicules, les membres supérieurs et inférieurs, les yeux, le nez, etc.

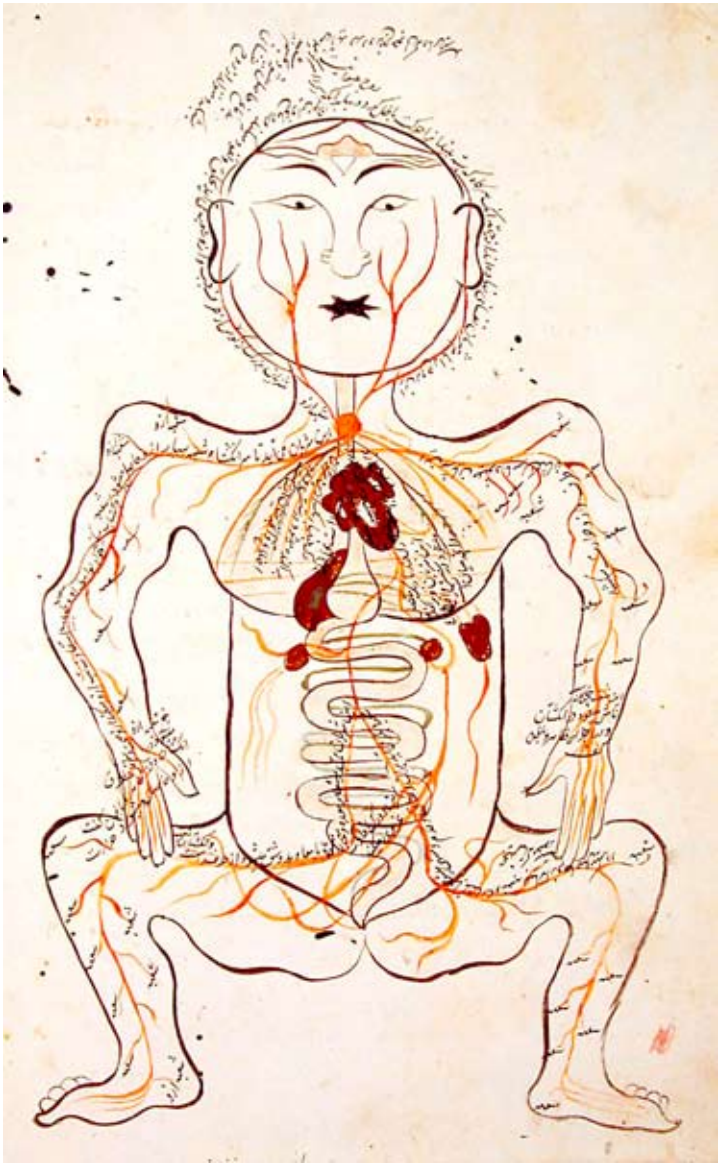
Remarque : Les parties du corps considérées comme importantes à cette époque sont différentes de maintenant! Par exemple, les poumons sont actuellement considérés comme indispensables au fonctionnement du corps, alors que les yeux sont accessoires, contrairement à la conception égyptienne.

L'illustration

Malgré leur connaissance de l'intérieur du corps acquise lors de la préparation des morts, les Egyptiens ne représentent pas dans cette illustration l'emplacement réel du cœur et des vaisseaux sanguins. Un certain nombre des vaisseaux dessinés sont purement théoriques, comme par exemple les conduits qui vont des différents organes des sens - œil, nez, oreille, - vers le cœur.

Le cœur

À la différence de la conception du corps égyptien, le cœur n'est pas l'organe le plus important du corps chez les savants arabes. Il interagit avec les autres organes représentés sur la figure.



XVI^e siècle

La circulation

Dans la conception arabe, ce qui circule à travers les artères n'est pas du sang à proprement parler, mais un «fluide» vital qui communique l'énergie vitale au corps.

Ce dessin, tiré d'un manuscrit arabe, montre un système assez compliqué de vaisseaux dont l'origine se situe dans le cœur ou autour du cœur. On trouve également des annotations en arabe, qui commentent les différentes structures représentées : il s'agit très probablement d'un manuel d'instruction destiné à des élèves médecins.

L'illustration

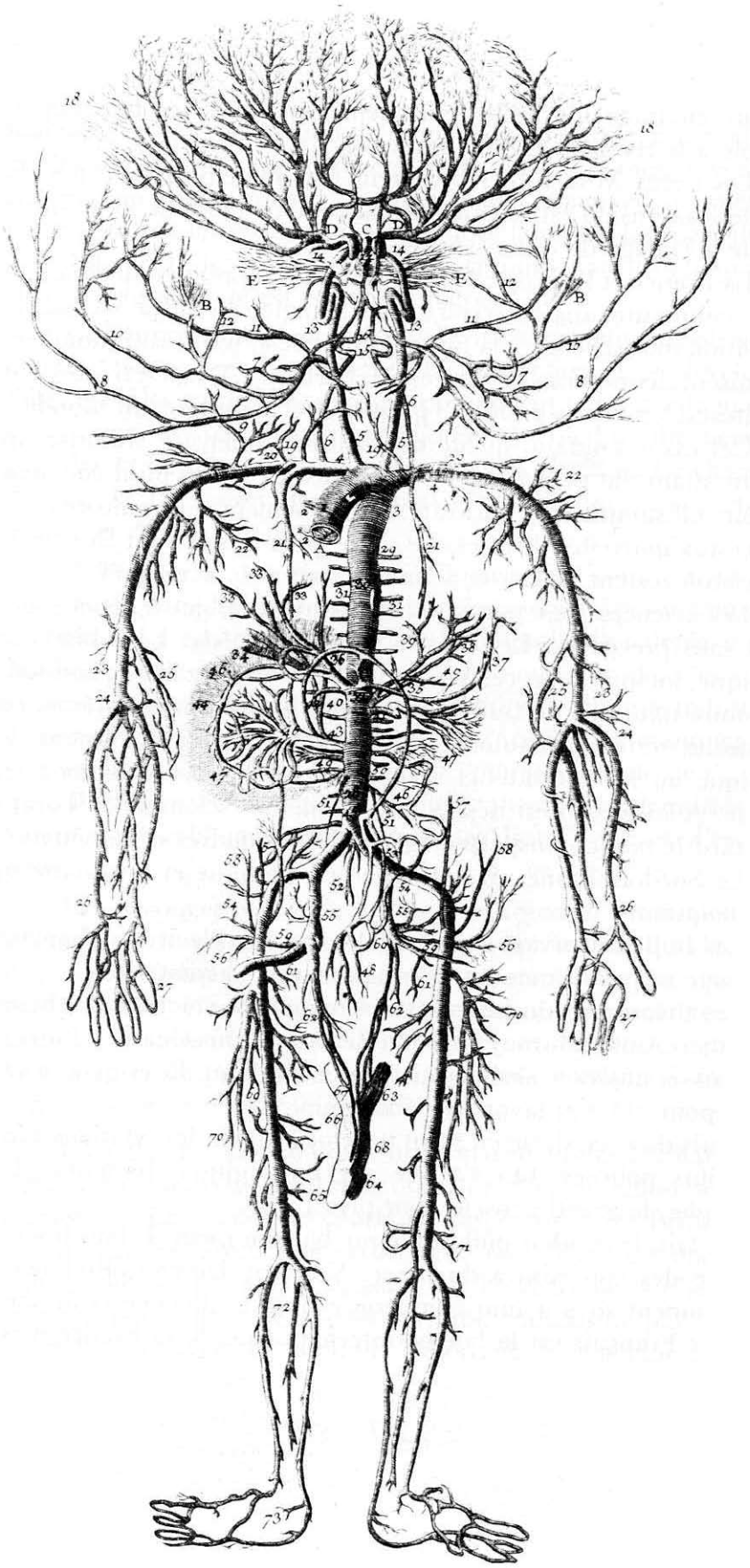
Sur cette silhouette d'un corps humain et d'un visage sont figurés les organes des sens (bouche, œil, oreille, nez). Cette silhouette renferme différents organes (sont ici représentés l'œsophage, le cœur - qui comprenant des cavités -, le foie (caché en partie par l'estomac), la rate, l'estomac et les intestins, ainsi que deux petites taches rouges au milieu du corps, dont il est difficile de dire ce qu'elles représentent en réalité).

On ne peut pas dire que cette illustration arabe reproduise fidèlement ce que nous connaissons aujourd'hui du cœur et des vaisseaux. Pourtant, le dessin est suffisamment précis pour qu'on y reconnaisse le système des artères, qui conduisent le sang oxygéné par les poumons aux organes du corps. Cette illustration se fonde en effet sur une connaissance relativement précise du corps humain, héritée du savoir des scientifiques grecs qui ont disséqué des corps humains ainsi que des animaux.

Le corps de Diderot et d'Alembert

Le cœur

Le cœur n'apparaît pas sur cette gravure de l'encyclopédie Diderot et d'Alembert. Pourtant on le connaît très bien à cette époque, où les dissections sur les corps humains sont autorisées.



La circulation

La gravure présente uniquement les vaisseaux qui conduisent le sang oxygéné du cœur aux organes et aux tissus, soit les artères et capillaires. Cet ensemble constitue une machine hydraulique très sophistiquée : le sang, propulsé par le cœur qui fait office de pompe, part du cœur gauche et s'engouffre dans les gros vaisseaux artériels, lesquels s'affinent et se ramifient à mesure qu'il se rapprochent des organes et des extrémités du corps. De plus en plus petits pour pouvoir délivrer l'oxygène dans les moindres recoins du corps, ils se transforment en capillaires.

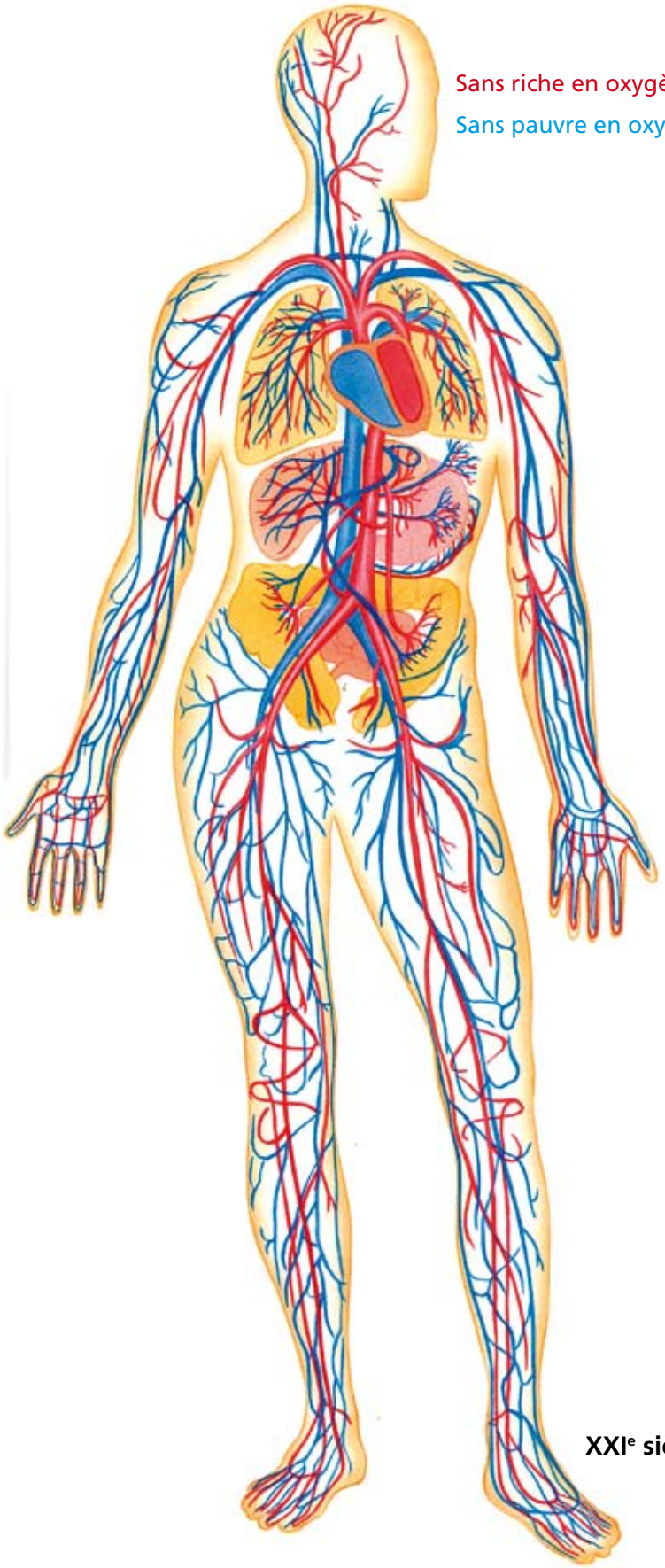
L'illustration

On peut observer en particulier le soin mis à l'affinement progressif des vaisseaux et au détail de leurs ramifications au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la «pompe» du cœur. Cette représentation est très détaillée mais incomplète car il manque le retour du sang au cœur par le système des veines. Depuis la Renaissance, on connaît bien les organes et la circulation du sang.

XVIII^e siècle

Le cœur

Le sang parcourt sans cesse le corps pour livrer oxygène, énergie, ou tout autre composé nécessaire aux muscles et aux organes. Le corps d'un humain adulte est ainsi parcouru par environ 96 000 kilomètres de vaisseaux sanguins ! Ce gigantesque réseau de tuyaux permet d'irriguer l'ensemble du corps, jusque dans ses moindres recoins… Le sang circule dans tous les vaisseaux sanguins grâce au cœur, pompe infatigable qui fonctionne jour et nuit.



XXIe siècle

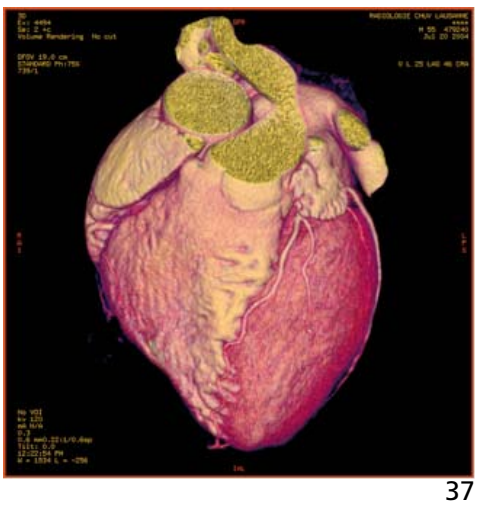
La circulation

Notre circulation est composée de différents types de vaisseaux reliés les uns aux autres pour former un circuit fermé. Les artères sont les gros vaisseaux qui transportent le sang oxygéné depuis le cœur jusqu'aux organes. Afin de pouvoir apporter le sang partout où il est nécessaire, les artères sont reliées à de tous petits vaisseaux, les capillaires. Les capillaires sont également reliés à l'autre bout aux veines. Ces gros vaisseaux ramènent le sang au cœur et l'envoient aux poumons pour l'oxygéner à nouveau. Retour à la case départ !

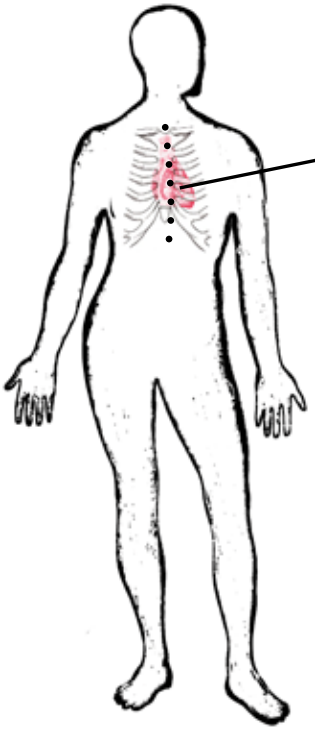
L'illustration

Cette représentation du cœur et de la circulation ne cesse de gagner en précision grâce aux progrès de la science et des appareils permettant de produire des images du corps. Les scientifiques savent maintenant de mieux en mieux non seulement comment le corps est constitué, mais aussi comment il fonctionne…ou non!

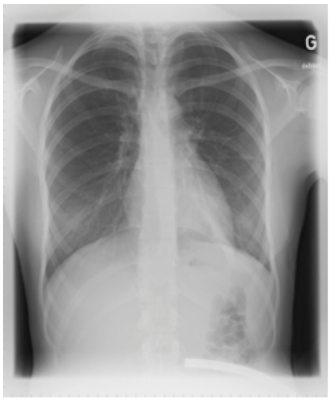
CT-scan du coeur



Tchac poum, Tchac poum



Pour bien entendre ton coeur, place le stéthoscope légèrement sur la gauche de ton sternum (os reliant les côtes)



Le sang suit un trajet bien particulier lorsqu'il chemine à travers le cœur, comme tu peux le voir en observant les flèches sur le schéma. Les contractions automatiques du cœur propulsent le sang vers les poumons selon le chemin bleu. Une fois que les poumons ont oxygéné le sang, il revient dans le cœur en suivant le chemin rouge, puis est poussé dans les artères pour circuler dans tout le corps.

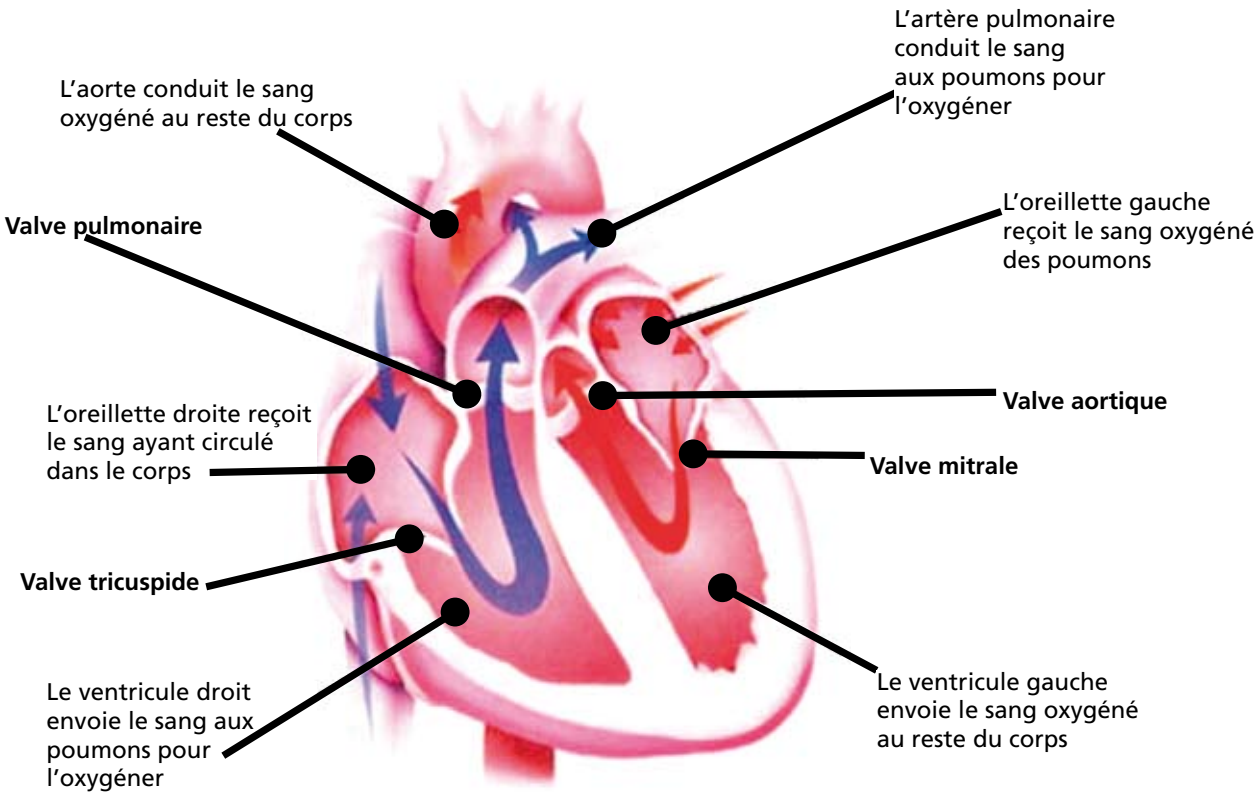
En sortant des cavités que l'on appelle les oreillettes et les ventricules, le sang passe par des portes qui empêchent son retour en arrière, les valves. Lorsque le cœur se contracte, les valves s'ouvrent pour laisser passer le sang puis se referment. C'est le mouvement de fermeture des valves que tu entends dans le stéthoscope.

Le 1er bruit correspond à la fermeture des valves tricuspide et mitrale = « poum «

Le 2ème bruit correspond à la fermeture des valves pulmonaire et aortique = « tchac «

Les bruits que tu entends ont toujours le même rythme, le cœur bat aussi régulièrement qu'une horloge!

Lorsque tu fais un effort, tes muscles ont besoin de plus d'oxygène et d'énergie. Le sang, qui transporte ces éléments, doit arriver plus vite et de façon plus importante aux muscles. Le cœur augmente alors son rythme de contraction.

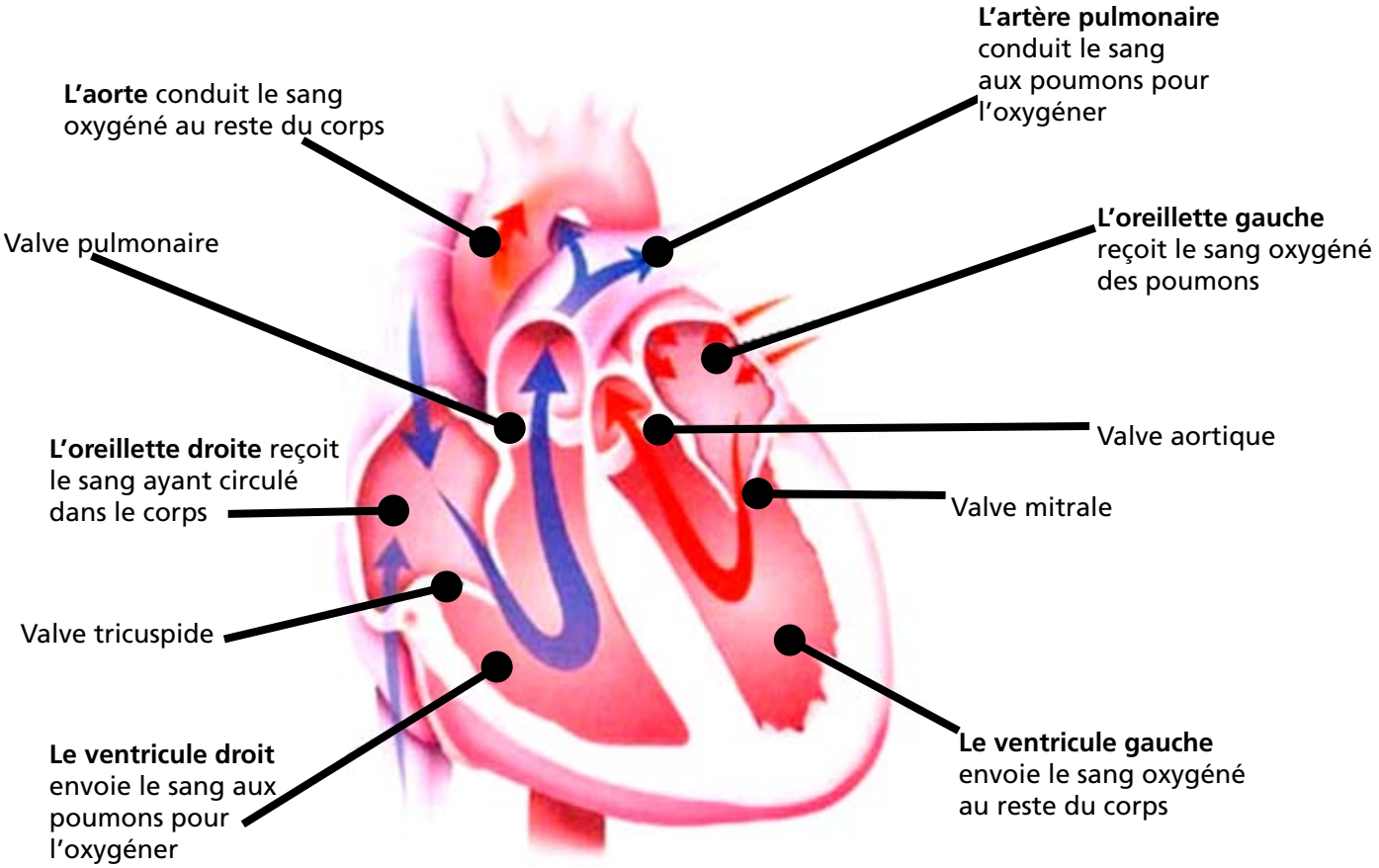

L'artère pulmonaire conduit le sang aux poumons pour l'oxygéner
L'aorte conduit le sang oxygéné au reste du corps
Valve pulmonaire
L'oreillette gauche reçoit le sang oxygéné des poumons
Valve aortique
L'oreillette droite reçoit le sang ayant circulé dans le corps
Valve mitrale
Valve tricuspide
Le ventricule droit envoie le sang aux poumons pour l'oxygéner
Le ventricule gauche envoie le sang oxygéné au reste du corps

Marathon cardiaque

Expérience 1

Le cœur est un muscle. La force dont tu as besoin pour presser la balle de tennis est équivalente à celle que le cœur doit fournir pour expulser le sang et l'envoyer dans les artères.

Ce muscle n'est pas très gros : il a la taille de ton poing ! Le cœur est un muscle creux qui est divisé en quatre chambres : deux oreillettes en haut et deux ventricules en bas. Les oreillettes recueillent le sang qui arrivent des vaisseaux, l'envoie dans les ventricules qui le propulsent dans les artères en se contractant.


L'artère pulmonaire conduit le sang aux poumons pour l'oxygéner
L'aorte conduit le sang oxygéné au reste du corps
Valve pulmonaire
L'oreillette gauche reçoit le sang oxygéné des poumons
Valve aortique
L'oreillette droite reçoit le sang ayant circulé dans le corps
Valve mitrale
Valve tricuspide
Le ventricule droit envoie le sang aux poumons pour l'oxygéner
Le ventricule gauche envoie le sang oxygéné au reste du corps

Expérience 2

Il y a 5,6 litres de sang dans ton corps = 5,6 litres d'eau dans le seau

A chaque battement, le cœur envoie l'équivalent de la tasse (80 ml) de sang dans les artères. Pour pouvoir procurer aux muscles et aux organes leur oxygène et leur énergie, transportés par le sang, il bat très vite : 70 fois par minute au repos !

Le débit cardiaque d'une personne au **repos**, soit la quantité de liquide éjectée par le cœur en 1 minute, est donc de : 80 ml x 70 battements/min = **5600** ml/min = **5,6** litres/min.

Lors d'un **effort physique**, les muscles ont besoin de plus d'oxygène et d'énergie pour travailler. Le cœur doit donc envoyer plus de sang. Le cœur s'adapte en augmentant son volume d'éjection de 80 à 120 ml et son rythme de contraction de 70 à 145 battements par minute. Le débit cardiaque passe alors à **plus de 18 litres** par minute ! Le cœur a donc la possibilité de tripler ses performances !

Par jour, le cœur pompe donc 5.6 litres x 60 (nombre de minutes/heure) x 24 (nombre d'heures/jour) = **8064** litres, soit une petite piscine !

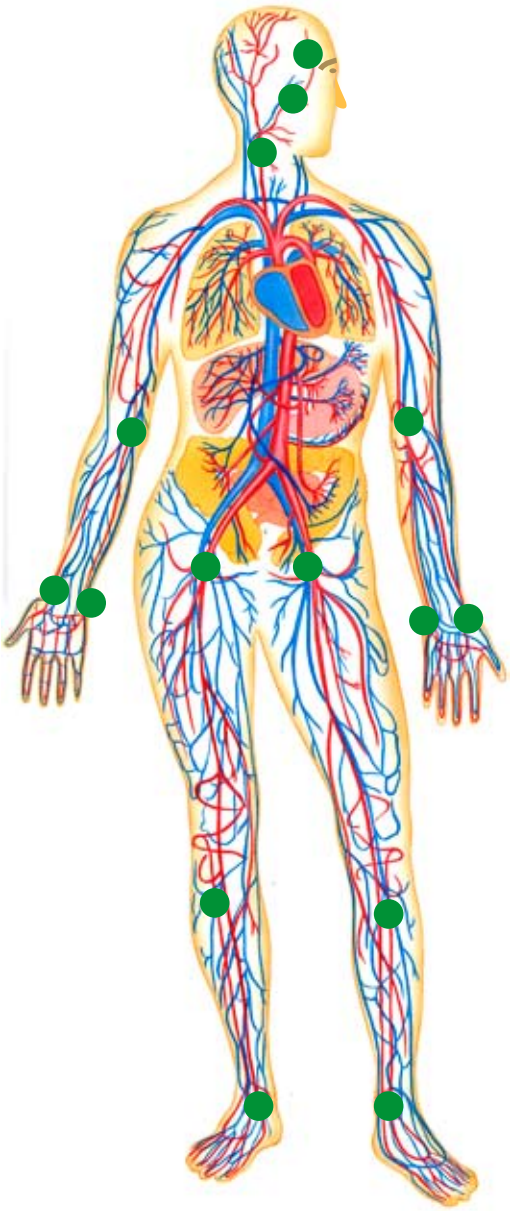
La chasse au pouls

Expérience 1

Le pouls est le reflet des contractions de ton cœur. A chaque fois que ton cœur envoie du sang dans les artères, cela produit un léger élargissement des bords des vaisseaux. Cet élargissement se déplace tout le long de l'artère comme les vagues à la surface de l'eau lorsque tu jettes un gros caillou dans le lac. On appelle ces vagues des ondes de pression.

Les ondes de pression se propagent dans les grosses artères, puis dans les capillaires, et enfin dans les veines pour revenir au coeur. Mais au fur et à mesure de leur progression dans les vaisseaux, ces ondes perdent de la force pour finir par disparaître. Le pouls n'est donc perceptible qu'aux emplacements des artères et on ne le sent pas du tout dans les veines !

Aux endroits où les grosses artères se trouvent juste sous la surface de la peau, on sent l'onde qui passe en posant le bout des doigts dessus. Sur ce schéma sont indiqués tous les endroits où le pouls est perceptible.

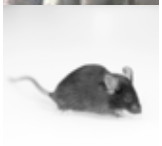


Quel que soit l'endroit où tu mesures le pouls, le rythme est le même.

Le nombre de battements du pouls par minute correspond au nombre de contractions du cœur par minute. Le pouls varie en fonction de notre activité physique. Lorsqu'on fait du sport, le rythme des contractions du cœur s'accélère jusqu'à 150 battements/min. Le cœur doit en effet envoyer plus de sang car les muscles ont besoin de plus d'oxygène et d'énergie.

Le pouls varie aussi en fonction de notre taille et de notre condition physique :

Eléphant : 25 battements/min. En général les grands animaux ont un rythme cardiaque lent.



Souris : 600 battements/min.

Nouveau-né : 120 battements/min.

Enfant : 80-100 battements/min.

Adulte : 70-90 battements/min.

Athlète : 50-60 battements/min. Le rythme de contraction diminue chez un athlète, car son cœur s'est tonifié et propulse plus de sang lorsqu'il se contracte.

Expérience 2

Le bout de ton pied se balance au même rythme que la mesure de ton pouls. En appuyant ta jambe sur le genou, cela comprime l'artère. La pression du sang est telle que cela suffit pour soulever légèrement la jambe.

Sous pression

Le sang est envoyé dans les artères puis dans tout le corps grâce aux contractions du cœur. Le moment où le cœur se contracte est appelé la systole, et celui où il se relâche et se remplit à nouveau de sang la diastole.

La propulsion et la circulation du sang dans les vaisseaux minuscules que sont les capillaires nécessitent que le cœur déploie une force considérable. Le sang est ainsi toujours sous pression dans les vaisseaux sanguins et avance constamment !

Lorsque le médecin prend la mesure de ta pression (on dit aussi prendre la tension), il mesure en fait la pression du sang **dans l'artère** qui passe dans ton bras. Il mesure deux valeurs :

- Une valeur élevée correspondant à la haute pression mesurée dans les artères lorsque le cœur vient d'éjecter le sang
- Et une valeur basse correspondant à la pression qui reste dans les artères lorsque le cœur est en train de se remplir

La pression n'est pas constante dans tout le corps. Elle est très forte à la sortie du cœur et diminue de plus en plus le long du parcours du sang dans le corps. On la prend toujours au même endroit, sur le bras. Elle varie d'un moment à l'autre et c'est pourquoi on multiplie les mesures pour calculer une moyenne pour la valeur haute et une moyenne pour la valeur basse. Lorsque ces deux valeurs sont trop hautes, on parle d'hypertension et trop basses d'hypotension.

Tu as pu remarquer lors de l'expérience que plus les vaisseaux sont petits, plus il est nécessaire d'exercer une forte pression sur le piston.

Les artères sont comme des tuyaux relativement souples. Il peut se produire des phénomènes qui les rendent moins souples. Lorsqu'elles deviennent raides, il se produit une augmentation de la pression dans les artères, comme si le diamètre interne diminuait. A long terme, cette hausse permanente de pression fatigue le cœur.

IX. Questionnaire de satisfaction pour les enseignants

Pour nous aider à améliorer la qualité des activités pédagogiques proposées, merci de bien vouloir consacrer un moment pour répondre à ce questionnaire.

1) Avez-vous utilisé les activités proposées dans la mallette pédagogique ?

| | OUI

| | NON

Si non, pourquoi ?

2) Votre impression générale à l'issue de ces activités est :

| | Très satisfaisante

| | Satisfaisante

| | Moyenne

| | Peu satisfaisante

| | Très insatisfaisante

| | Sans opinion

Commentaires complémentaires :

3) Les activités proposées étaient à la portée des élèves :

| | Tout à fait d'accord

| | Plutôt d'accord

| | Plutôt pas d'accord

| | Pas du tout d'accord

| | Sans opinion

Commentaires complémentaires :

4) Le choix des activités était suffisamment varié :

| | Tout à fait d'accord

| | Plutôt d'accord

| | Plutôt pas d'accord

| | Pas du tout d'accord

| | Sans opinion

Commentaires complémentaires :

5) Le contenu de la mallette était facile à utiliser :

| | Tout à fait d'accord

| | Plutôt d'accord

| | Plutôt pas d'accord

| | Pas du tout d'accord

| | Sans opinion

Commentaires complémentaires :

6) La durée des activités correspondait aux durées estimées :

| | Tout à fait d'accord
| | Plutôt d'accord
| | Plutôt pas d'accord
| | Pas du tout d'accord
| | Sans opinion

Merci de préciser le temps effectif utilisé pour chaque activité.

7) Le contenu du document pédagogique accompagnant les activités était :

| | Très satisfaisant
| | Satisfaisant
| | Moyen
| | Peu satisfaisant
| | Très insatisfaisant
| | Sans opinion

Commentaires complémentaires :

8) A votre avis, le degré de satisfaction des élèves était :

| | Très élevé
| | Elevé
| | Moyen
| | Bas
| | Très bas
| | Sans opinion

Commentaires complémentaires

Merci de compléter et de renvoyer ce questionnaire à l'adresse suivante :

Université de Lausanne
L'Eprouvette – Laboratoire public de l'UNIL
Amphipôle | 303.1
CH-1015
Lausanne
Tél : 021 692 20 79 Fax : 021 692 20 65

Utilisez la version électronique disponible sur http://www.unil.ch/interface
à renvoyer à eprouvette@unil.ch

UNIL | Université de Lausanne

interface
sciences-société

Les ateliers

1 voyage au centre la cellule

1-2h · 8 ▶ 99

Les participants observent au microscope des échantillons préparés par leurs soins. Cet atelier permet d'illustrer les critères de diversité et d'unité du vivant afin d'aboutir à la cellule en tant qu'élément de base des organismes.

2 comment cuisiner l'ADN

1-2h · 8 ▶ 99

Cet atelier vise à «démythifier» l'ADN et à montrer aux participants que l'on peut préparer et visualiser directement de l'ADN à partir de matériel que l'on utilise quotidiennement dans une cuisine: mixer, sel, liquide vaisselle, etc.

3 L'ADN au scalpel

3h · 13 ▶ 99

L'ADN d'une bactérie est découpé de façon très précise grâce à des «scalpels moléculaires»: les enzymes de restriction. Les fragments ainsi obtenus sont analysés et visualisés par gel d'électrophorèse. La discussion est orientée sur des techniques comme le clonage, la fabrication des OGM, la thérapie génique.

4 Les bactéries au service de l'homme

2h · 13 ▶ 99

Les participants créent une bactérie génétiquement modifiée, un des OGM les plus couramment utilisé en recherche. La discussion est engagée sur les intérêts et les risques présentés par les organismes transgéniques dans les domaines de la santé, de l'agro-alimentaire, de l'environnement ou des procédés industriels.

5 L'ADN, un outil pour la police scientifique

3h · 13 ▶ 99

Les participants reçoivent des échantillons d'ADN de plusieurs suspects qu'ils analysent et comparent à un ADN trouvé sur le lieu du crime. Les techniques utilisées dans cet atelier permettent également les recherches de paternité ou encore le dépistage de maladies génétiques.

6 De la mutation génétique à la maladie

3h30 · 13 ▶ 99

Les scalpels moléculaires (enzymes de restriction) permettent aux participants de mettre en évidence une mutation génétique. La discussion éclaire le fait que d'infimes altérations du génome peuvent aboutir à des maladies sévères mais constitue également un facteur majeur d'adaptation à l'environnement.

7 un génome commun, des individus différents

5h · 16 ▶ 99

Les participants utilisent leur propre ADN afin de mettre en évidence un polymorphisme génétique simple par la réaction de polymérisation en chaîne (PCR). La discussion est engagée sur la structure du génome et sur les multiples applications de la PCR: techniques de diagnostic de maladies génétiques, méthodes d'identification en police criminelle, etc.

8 Détection d'un OGM

5h · 16 ▶ 99

La réaction de polymérisation en chaîne (PCR) est actuellement la technique utilisée en laboratoire pour détecter la présence d'OGM dans l'alimentation. Cet atelier permet d'analyser par PCR des préparations susceptibles de contenir du soja transgénique résistant à l'herbicide Round-up Ready. La discussion est engagée sur les problématiques liées aux OGM.

pour plus de renseignements:

L'éprouvette
université de Lausanne
interface sciences - société
collège propédeutique 1
1015 Lausanne
tél. 021 692 20 79
fax 021 692 20 65
e-mail: eprouvette@unil.ch